



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LOS BIVALVOS DEL  
PALEOZOICO SUPERIOR DE LA REGIÓN DE  
OLINALÁ, GUERRERO.**

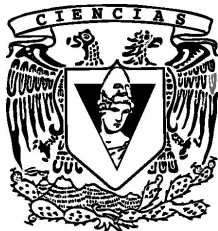
**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A:**

**MIGUEL GUERRERO SÁNCHEZ**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. SARA ALICIA QUIROZ BARROSO**

**2012**



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

# ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	1
3. OBJETIVOS	2
4. ESTUDIOS PREVIOS	3
5. GENERALIDADES DE LA CLASE BIVALVIA	7
5.1. Orientación de la concha, márgenes y charnela	8
5.2. Características internas	10
5.2.1. Manto	10
5.2.2. Branquias	12
5.2.3. Pie y biso	13
5.2.4. Músculos y ligamento	13
5.2.5. Masa visceral	13
5.3. Dimensiones de la concha	14
5.4. Hábitos de vida	14
5.4.1. De acuerdo con su posición de vida	14
5.4.2. De acuerdo con su motilidad o fijación	14
5.4.3. De acuerdo con sus mecanismos de alimentación	15
5.5. Alcance estratigráfico y distribución geográfica	15
6. ÁREA DE ESTUDIO	15
6.1. Ubicación geográfica	15
6.2. Marco geológico	16
6.2.1. Complejo Acatlán	16
6.2.2. Formación Olinalá	19
6.2.3. Ignimbrita Las Lluvias	20
6.2.4. Conglomerado Cualac	20
6.2.5. Grupo Tecocoyunca	21
7. METODOLOGÍA	21
8. AFLORAMIENTOS ESTUDIADOS	22
9. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA	25

10. IMPLICACIONES DE LA PRESENCIA DE LOS GÉNEROS Y ESPECIES DE BIVALVOS ESTUDIADOS	43
10.1. Consideraciones estratigráficas	43
10.2. Consideraciones tafonómicas y paleoecológicas	46
10.3. Consideraciones biogeográficas	49
11. CONCLUSIONES	50
12. REFERENCIAS	54
LÁMINAS	
ANEXO	

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer al proyecto PAPIIT-IN213710 por el apoyo económico para desarrollar el trabajo de campo y para la asistencia a congresos.

Agradezco muy afectuosa y sinceramente a la Dra. Sara Alicia Quiroz Barroso, por ser quien dirigió este trabajo. Agradezco su paciencia, su disponibilidad para ayudarme a resolver mis dudas y por haberme dado la oportunidad de realizar esta tesis.

Asimismo agradezco a los profesores que aceptaron revisar este trabajo y forman parte del jurado del examen profesional: la Dra. María del Carmen Perilliat, la Dra. Ana Bertha Villaseñor, la Dra. María Martha Reguero y el Dr. Francisco J. Vega Vera.

También agradezco al Dr. Francisco Sour por su ayuda en el trabajo de campo y por proporcionar el espacio en el Museo de Paleontología para estudiar los ejemplares, al M. en C. Daniel Navarro Santillán por su ayuda en el campo, por acceder a revisar el manuscrito y por sus sugerencias para mejorarlo. Gracias a la M. en C. Karla Castillo, a la M. en C. Ana Escalante y al M. en C. Rafael Villanueva por ayudarme a recolectar el material estudiado. Agradezco también a la M. en C. Leonora Martín Medrano por elaborar los positivos de caucho-silicón que se muestran en este trabajo. Además, agradezco al Biól. Héctor Hernández por fotografiar de forma excepcional el material.

Agradezco también a la Lic. María del Pilar Ladrón de Guevara y a la Lic. Olga Gutiérrez Vallado por la ayuda prestada para adquirir varias de las publicaciones citadas en este trabajo.

Deseo agradecer a los profesores que, durante el transcurso de mi carrera, fueron quienes contribuyeron a fortalecer mi gusto por la biología, me refiero al Dr. Raúl Contreras, al Dr. Rogelio Aguilar, a la Dra. María Edith Ponce, a la M. en C. Rocío Ramírez, al Dr. Álvaro Chaos, a la M. en C. Itzia E. Nieto, al Dr. Aquiles Bernal, al Dr. Sigfrido Sierra, al Dr. Luis Felipe Jiménez y al profesor Pablo Claudio Rojas. Aunque muchos de ellos nunca sabrán lo agradecido que estoy, no quería desaprovechar este espacio para expresarlo.

De forma especial quiero agradecer a mis amigas del taller: Paola Flores, a quien conozco desde que ingresé a la carrera y con quien he vivido momentos de alegría y momentos de enojo cuando teníamos diferencias; Manet Peña, por ser una muy buena amiga, pero también por ser una excelente persona digna de admiración; y a Isabel Hernández por su ayuda en el campo y por su amistad.

Me siento agradecidísimo con la Sra. María de Jesús Mejía porque no en pocas ocasiones fue mi benefactora y porque me ha dado albergue en su casa, muchas gracias.

Finalmente, quiero agradecer a mi madre por ser mi madre, por nunca perder la confianza en mí, por ser una mujer fuerte y admirable y porque nunca ha dejado que las vicisitudes de la vida la derroten. A mi padre, porque siempre ha sido un buen ejemplo difícil de superar y porque siempre me ha apoyado. A mis hermanas, por ser mis más grandes amigas y por ser un gran apoyo en mi vida a pesar de que como hermano he dejado mucho que desear.

## 1. RESUMEN

El material estudiado proviene de rocas de edad pérmica que afloran al noreste del poblado Olinalá, en el estado de Guerrero, correspondientes a facies marinas de la Formación Olinalá representadas por lutita gris claro a oscuro con braquiópodos, gasterópodos, bivalvos, cefalópodos y tallos de crinoideos, así como madera y otros restos de plantas, incluidos ocasionalmente en concreciones. Entre la diversidad y hábitat de los bivalvos se encuentran las especies *Nuculavus levatiformis*, *Palaeoneilo mcchesneyana*, *Edmondia phosphatica* y *?Cardiomorpha* sp. que fueron formas infaunales; las especies *Posidoniella* sp., *Septimyalina burmai* y *Leptodesma (Leptodesma)* sp. que fueron epifaunales, adheridas a diferentes sustratos; así como la especie *Bakevella* sp., que fue semi-infaunal. El registro de los bivalvos consiste en moldes internos y externos: las formas de mayor tamaño y más numerosas, como *Posidoniella*, no están fragmentadas aunque su preservación es tan precaria que se deshacen al extraerlas de la roca; los taxodontos son de talla pequeña, numerosos y suelen encontrarse con las valvas completas y articuladas dentro de concreciones. Los hábitos de vida de los bivalvos y las características de su preservación indican que fueron poco transportados antes de su depósito final, lo cual debió ocurrir en la plataforma, en aguas poco profundas. Las especies de bivalvos estudiadas concuerdan con la edad pérmica de esta formación, establecida previamente por otros autores con base en el estudio de amonites y foraminíferos, y apoyan la idea de su relación con otras faunas contemporáneas del norte de América.

## 2. INTRODUCCIÓN

Las rocas que afloran en la parte noreste del poblado Olinalá, en el estado de Guerrero, constituyen una sucesión de casi 800 m de espesor que ha sido denominada como Formación Los Arcos (Corona-Esquivel, 1981) y Formación Olinalá (Flores de Dios y Buitrón, 1982). Estas rocas sobreyacen a las rocas metamórficas del Complejo Acatlán de edad Ordovícico Tardío-Devónico Tardío (Ortega-Gutiérrez *et al.*, 1999) y están cubiertas en discordancia por la Ignimbrita Las Lluvias, de edad Triásico-Jurásico Medio (Corona-Esquivel, 1981; García-Díaz *et al.*, 2000). Con base en los fusulínidos y amonoideos asociados, Vachard *et al.* (2004) han propuesto una edad de Wordiano para las capas inferiores de lutita y una edad de Capitaniano para la parte carbonatada, por lo que han considerado que el depósito total de la Formación Olinalá ocurrió durante el Pérmico Medio (Guadalupiano).

Existe sinonimia entre los nombres Formación Los Arcos (Corona-Esquivel, 1981) y Formación Olinalá (Flores de Dios y Buitrón, 1982), pero debido a que en el Léxico Estratigráfico del Servicio Geológico Mexicano se reconoce como nombre válido el de Formación Olinalá, conforme al principio de prioridad (artículo 4b) del Código Estratigráfico Norteamericano (NACSN, 2005), en este trabajo se referirá a esta unidad como Formación Olinalá.

La Formación Olinalá está constituida por una diversidad de facies terrígenas (marinas y continentales) y carbonatadas (marinas), cuyos ambientes de depósito varían de fluviales a margen de rampa, costeros y plataforma externa (Juárez-Arriaga, 2006). Las facies marinas de lutita son las más abundantes, tanto en la base como en la cima de la formación. Consisten en lutita gris claro a oscura, finamente laminada, con alto contenido de biotita hacia la base y abundantes concreciones generalmente paralelas a la estratificación (Juárez-Arriaga, 2006), con calcimicrobios (*Tubiphytes* sp.), briozoarios, braquiópodos, foraminíferos, bivalvos, gasterópodos, amonoideos, artrópodos (ostrácodos y trilobites), crinoideos, así como restos vegetales (Corona-Esquivel, 1981, 1985; Flores de Dios y Buitrón, 1982; Flores de Dios, 1986; González-Arreola *et al.*, 1994; Silva-Pineda *et al.*, 1998; Vachard *et al.*, 2004). La presencia de bivalvos en la facies de lutita marina ha sido mencionada en estudios anteriores (González-Arreola *et al.*, 1994; Juárez-Arriaga, 2006).

En este trabajo se analizan las especies de bivalvos de la lutita media de esta formación que han sido recolectadas en diferentes temporadas de campo, y se propone una interpretación acerca de su presencia en rocas del Paleozoico Superior de México, analizando sus hábitos de vida, así como su distribución geográfica y estratigráfica.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3. 1. Generales**

Contribuir al conocimiento de la diversidad de bivalvos del Paleozoico Tardío de México.

#### **3.2. Particulares**

- Revisar los ejemplares, determinar y describir las especies encontradas.
- Evaluar sus implicaciones estratigráficas.
- Reconocer sus características tafonómicas y paleoecológicas para interpretar sus implicaciones ambientales, de acuerdo con los modelos planteados previamente.

- Comparar la diversidad estudiada con otras faunas contemporáneas.

#### **4. ESTUDIOS PREVIOS**

Los afloramientos de las regiones adyacentes a Olinalá han sido objeto de diversos estudios estratigráficos y geológicos, siendo los primeros trabajos efectuados por Salas (1949), Guzmán (1950) y Benavides-Muñoz (1978). Asimismo, los primeros reportes de fauna fósil fueron efectuados por Burckhardt (1927), Erben (1956a, b) y Ochoterena-Fuentes (1966). En el trabajo de Corona-Esquivel (1981) se han referido trabajos inéditos con fines mineros y petroleros, como los de Jenny (1933), Quezada-Muñetón (1970), Werre-Keeman (1977) y Corona-Esquivel (1978).

Alencáster (1963), dentro de un estudio sistemático de bivalvos del Jurásico en el Grupo Tecocoyunca, presentó unos mapas que incluían a la región de Olinalá, la cual ya era reconocida como una zona fosilífera. Se consideró que las rocas de esta región pertenecían al Terciario y que constituían parte de la Formación Huajuapán; sin embargo, aún no existía un estudio detallado sobre su estratigrafía.

Posteriormente, Ortega-Gutiérrez (1978) estudió el Complejo Acatlán y reconoció en su litología características distintivas como presentar intensa alteración metamórfica regional y una extrema deformación, manifestada por una gran foliación con rumbo múltiple, predominantemente hacia el norte, norponiente y nororiente. Incluyó dentro del Complejo Acatlán unidades metasedimentarias conformadas por filita, pizarra, esquisto, gneiss y migmatita, así como unidades metaígneas formadas por rocas verdes ofiolíticas, metagranitos y milonitas, las cuales muestran un alto grado de metamorfismo. Este trabajo fue importante porque sirvió para reconocer la base de la Formación Olinalá en trabajos posteriores.

Corona-Esquivel (1981) dio a conocer por vez primera una localidad del Estado de Guerrero con afloramientos de rocas sedimentarias del Paleozoico Superior, formadas en un ambiente litoral. Revisó la estratigrafía de la región y describió a detalle cada una de las unidades que la constituyen. Al Complejo Acatlán lo describió como una sucesión de rocas plegadas y afectadas por metamorfismo regional con un espesor de 2,350 m, correspondientes al Paleozoico Inferior (de una edad aproximada de 380 +/-6 Ma). Posteriormente, designó como Formación Los Arcos a una secuencia de rocas de origen sedimentario, marino y litoral que aflora en Olinalá y que sobreyace al Complejo Acatlán y a su vez suprayace discordantemente a la Ignimbrita Las Lluvias. Ubicó los afloramientos de la recién designada Formación Los Arcos a lo largo del flanco noroccidental, y una



parte del flanco meridional del Sinclinal La Carbonera. Sus afloramientos inferiores los encontró en los arroyos que están en el nororiente del poblado de Olinalá y la parte media de la formación la encontró en una zona de cultivos al oriente de Olinalá. De esta formación reconoció siete unidades; después propuso una historia geológica de la región dividiéndola en etapas: durante la primera, que inició entre finales del Precámbrico y principios del Paleozoico, se formó el Complejo Acatlán, sufriendo un tectonismo complejo en el Devónico; posteriormente comenzó el depósito discordante de la Formación Los Arcos, y propuso que los sedimentos del depósito estuvieron en un mar somero, con aguas tranquilas y con un clima cálido; las siguientes etapas implicaron levantamientos epirogénicos que fueron seguidos de una fase volcánica de alcance restringido, además de transgresiones de los mares que contribuyeron al depósito de sedimentos de la Ignimbrita Las Lluvias durante el Jurásico. Así, demostró que existe una cuenca sedimentaria marina del Pérmico y que quizá hubo por lo menos un evento volcánico del post-pérmico y pre-jurásico medio.

Flores de Dios y Buitrón (1982) reportaron los sedimentos hasta entonces recién descubiertos del Pensilvánico y Pérmico. Presentaron una columna estratigráfica en la que identificaron cada una de las unidades rocosas presentes en la región de Olinalá. Mostraron que el Paleozoico Inferior está formado por el Complejo Acatlán, reconociendo las unidades metasedimentarias y metaígneas identificadas por Ortega-Gutiérrez (1978). Indicaron que el Paleozoico Superior está representado por un cuerpo de rocas terrígenas y calizas, al que propusieron denominar Formación Olinalá, y se refirieron a él como una "...secuencia de sedimentos clásticos marinos del Pérmico Pensilvánico-Triásico (?), consistente de lutita, arenisca, limolita, conglomerado y caliza...", le estimaron un espesor de 550 m y reconocieron que sobreyace al Complejo Acatlán y subyace al Conglomerado Cualac. Recolectaron en esta formación invertebrados fósiles como crinoideos, braquiópodos, gasterópodos, corales y amonoideos; entre las especies que, hasta ese momento, les indicaron la edad de la Formación Olinalá se encuentran los crinoideos *Cyclocaudex costatus* y *Heterostelechus jeffordsi*; los braquiópodos *Canocrinella* sp. y *Composita* sp., y los amonites *Agathiceras freschi*, *Stacheoceras rothi* y *Waagenoceras* sp. Identificaron el Jurásico Medio, representado por el Conglomerado Cualac y su litología la describieron como "...un conglomerado constituido por fragmentos de cuarzo lechoso de color blanco y grisáceo que intemperiza a amarillento y rojizo". Posteriormente, refirieron que el Grupo Tecocoyunca contiene estratos formados por "areniscas

conglomeráticas en las que se aprecian ciclos de depósito en los que es común la estratificación cruzada”; identificaron en este grupo limolita, lutita, lutita carbonosa, lutita en alternancia con areniscas, horizontes calcáreos en lutita, caliza y marga; hallaron restos de plantas en la limolita.

González-Arreola *et al.* (1994) describieron en la Formación Olinalá una fauna fósil compuesta de restos de amonoideos, nautiloideos, braquiópodos, bivalvos, crinoideos y un conúlrido. Siguió la división en siete unidades de la formación indicada por Corona-Esquivel (1981) y la utilizaron para localizar dentro de la columna estratigráfica las unidades en que encontraron los fósiles, logrando hallazgos en las unidades 2, 4, 5 y 7. Destacaron tanto la abundancia de braquiópodos, como la de los géneros de amonoideos *Stacheoceras* y *Pseudogastrioceras*, de los cuales el primero ya había sido detectado por Corona-Esquivel (1981). Este trabajo es muy importante porque ayudó a aclarar las dudas existentes, hasta ese momento, sobre la edad de la Formación Olinalá, y confirmó, con base en la fauna fósil hallada, su edad de Pérmico Medio. La Formación Olinalá fue correlacionada con la Sección La Difunta del Valle Las Delicias, Coahuila y con las faunas de Sicilia y Asia.

Esquivel-Macías (2000) estudió las formaciones que constituyen a la región Mixteca, incluyendo a la Formación Olinalá. Determinó en esta formación invertebrados marinos del Phylum Brachiopoda pertenecientes a los órdenes Strophomenida, Rhynchonellida, Spiriferida y Terebratulida, además de un crinoideo de orden incierto. Asimismo, realizó un análisis de cuenca y logró identificar tres ciclos transgresivo-regresivos. Las comunidades de braquiópodos que descubrió en Olinalá, las encontró en el último ciclo de regresión del Pérmico. Hizo un análisis cuantitativo para comparar la similitud de las paleocomunidades utilizando los índices de Simpson y de Sorensen, y con base en ello propuso que ocurrió un estrés ambiental progresivo durante el fin del Pérmico, reflejado en las secuencias sedimentarias y en la composición de comunidades de braquiópodos. Una de sus conclusiones más importantes es que si bien la estratigrafía de las Formaciones Olinalá (Guerrero), Patlanoaya (Puebla) y Cuxtepec (Oaxaca) pertenecen al Paleozoico Tardío, no son secuencias equivalentes sino representantes de diferentes niveles de una misma secuencia.

Silva-Pineda *et al.* (2000) reportaron para esta formación la presencia de coníferas de los géneros *Walchia* y *Cordaites* asociadas a braquiópodos. Es destacable el hecho de que estos géneros de coníferas también se encuentren en las formaciones Guacamaya y

Patlanoaya, ubicadas en Calnali, Hidalgo y en Izúcar de Matamoros, Puebla, respectivamente.

Garibay-Romero (2000) reportó amonites de los géneros *Waagenoceras*, *Stacheoceras*, *Pseudogastrioceras*, *Agathiceras*, *Paraceltites* y *Adrianites*, por lo que asoció a la Formación Olinalá con Las Delicias, Coahuila; El Antimonio, Sonora; y Nuevo México y Texas, EUA.

Flores de Dios *et al.* (2000) realizaron interpretaciones de las cubiertas sedimentarias pérmicas del sur de México, entre las que incluyeron a la Formación Olinalá. Identificaron una porción de rampa profunda dentro de la formación a la que interpretaron como un montículo lodoso carbonatado con cianobacterias, esponjas calcáreas y briozoarios. La asociación microfaunística de los fusulínidos de Olinalá fue relacionada con las que se establecen en Guadalupe Mountains y Formación La Mar, de Texas; California, EUA; La Formación La Difunta, de Coahuila; y con los estados de Sonora, Guerrero y Oaxaca, en México.

Esquivel-Macías *et al.* (2004), con base en el estudio de placas aisladas de crinoideos, propusieron una posible afinidad entre la franja paleozoica centrorienta de México y la paleocuenca de Ouachita, en el medio oeste de los Estados Unidos, durante el Pérmico.

Vachard *et al.* (2004) propusieron que el Paleozoico mexicano está expuesto en tres grupos de afloramientos: 1) Norte de México, 2) México Central y 3) Sur de México. Ubicaron a la región de Olinalá en el grupo 2 y plantearon, con base en los fusulínidos *Polydiexodina* y *Codonofusiella*, que la parte superior de la Formación Olinalá representa al Capitaniano, y que posiblemente en esta formación esté representado el límite entre el Pérmico y el Triásico, por lo que sugirieron hacer un examen comparativo entre las regiones de Olinalá y Coahuila.

Juárez-Arriaga (2006) interpretó a la Formación Olinalá como un sistema sedimentario terrígeno-carbonatado, que sugiere una plataforma carbonatada de tipo homoclinal con influencia terrígena. De acuerdo con este autor, esta rampa se desarrolló posiblemente en aguas cálidas, con un clima tropical, bajo condiciones marinas normales, al oeste del supercontinente Pangea. Identificó dos tipos de facies terrígenas: continentales y marinas; mientras que las facies carbonatadas son completamente marinas. La importancia de este trabajo es que fue aplicada por primera vez en esta

formación la metodología de estratigrafía de secuencias, con la que este autor identificó tres sistemas depositacionales que denominó SD-1, SD-2 y SD-3.

## 5. GENERALIDADES DE LA CLASE BIVALVIA

La Clase Bivalvia está constituida por moluscos cuya característica principal es la presencia de una concha formada por dos valvas de naturaleza calcárea que rodean al cuerpo blando que se halla dentro, creando una cubierta protectora que puede ser desde muy delgada y delicada, hasta muy gruesa y resistente. Debido a la naturaleza calcárea de las valvas de los bivalvos, éstas son las partes que se conservan en el registro fosilífero y raramente se preserva el interior blando (Clarkson, 1986). Su plano de simetría consiste en que cada una de las valvas conforma los lados izquierdo y derecho del animal. Entre las dos valvas corre una línea que se denomina **línea media** o de **comisura**, y es la región en donde éstas se unen (Benton y Harper, 1997).

Regularmente las valvas tienen la misma convexidad, es decir, son simétricas entre sí. A esta condición se le denomina **equivalva**. Cuando una de las dos valvas es más convexa o cuando la simetría se pierde totalmente (como en el grupo de los rudistas), se dice que la concha es **inequivalva** (Pojeta *et al.*, 1987).

Las dos valvas calcáreas son secretadas en su mayor parte por el **manto** y están compuestas de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en forma de calcita o aragonita, o de ambas, asociadas con pequeñas porciones de conquiolina, la cual forma una cobertura muy delgada llamada **periostraco**, que puede intercalarse dentro de la parte calcárea de la concha denominada **ostraco**. Normalmente, la concha calcárea presenta dos partes: una exterior llamada **capa prismática**, y una interior denominada **capa lamelar**. alguna de las dos capas puede dominar sobre la otra, o bien, una desarrollarse más y excluir a la otra. El ostraco exterior tiene diminutos cristales de calcita que pueden estar organizados en la superficie de la concha. La **capa lamelar** consiste en delgadas láminas de calcita o aragonita. En algunas conchas se intercalan finas láminas de conquiolina entre las láminas de la capa lamelar. Cuando la capa lamelar es de aragonita, se produce una superficie nacarada en el interior de la concha que se puede observar en las conchas de muchas especies de bivalvos actuales. Adicionalmente, la concha puede presentar una estructura denominada **hipostraco** que consiste en calcita no secretada por el manto y que se deposita en las áreas de fijación de los músculos (Pojeta *et al.*, 1987).

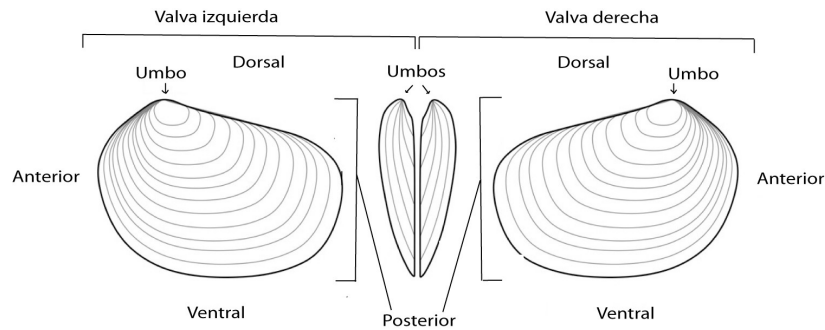
Una importante zona de cada valva es el **umbo**, la cual puede tener formas desde muy puntiagudas hasta muy redondeadas, puede ser pequeña o llegar a ser muy prominente. Es la zona donde comienza el crecimiento de la concha del molusco, desde que es una larva hasta que toma la forma de adulto (Benton y Harper, 1997). Así, cada vez que crece el molusco, se deposita más material calcáreo que va formando la concha, lo cual va ensanchando cada vez más la línea media o de comisura. Esto se manifiesta en las **líneas de crecimiento**, que corren paralelas a la línea media o de comisura de la concha. Además de las líneas de crecimiento, puede haber otras líneas que radian a partir del umbo y corren en dirección perpendicular respecto a las líneas de crecimiento, éstas se llaman **costillas**. A partir de las características referidas, cuando se describe la ornamentación de una concha se menciona que tiene **ornamentación radial** si tiene costillas, y es **comarginal** cuando tiene líneas de crecimiento (Pojeta *et al.*, 1987).

El umbo ayuda a determinar la condición **equilateral** o **inequilateral** de las valvas, esto se logra imaginando que una línea perpendicular a la línea media de las dos valvas corre desde el centro del margen dorsal hasta el centro del margen ventral, dividiendo una valva en dos mitades. Si el umbo se encuentra sobre o muy próximo a esta línea imaginaria, las valvas son **equilaterales**; por el contrario, si el umbo está muy alejado de dicha línea imaginaria, se trata de valvas **inequilaterales** (Martinell *et al.*, 2009).

Toda esta información permite determinar cuál parte de las valvas es la anterior y cuál es la posterior. Así, si la valva es inequilateral, la parte **anterior** será la región más angosta del margen dorsal, partiendo desde el umbo. Y la parte **posterior** será la región más amplia del margen dorsal, también partiendo desde el umbo. Si la valva es equilateral, las estructuras que indicarán la orientación serán generalmente unas prolongaciones de las valvas denominadas **alas** o **aurículas**. Así, por lo general, la aurícula más grande producirá en la valva un tipo de muesca llamada **sulco auricular** o **sulco** que indica la parte anterior de la valva; y del otro lado, la aurícula menor indicará la región posterior (Cox *et al.*, 1969).

### **5.1. Orientación de la concha, márgenes y charnela.**

Para definir cuál de las valvas es la izquierda y cuál la derecha, se toma un ejemplar orientándolo con el margen posterodorsal hacia el observador. La valva que quede en la mano izquierda será la **valva izquierda**, y la **valva derecha** se definirá de la forma contraria (**Fig. 1**).



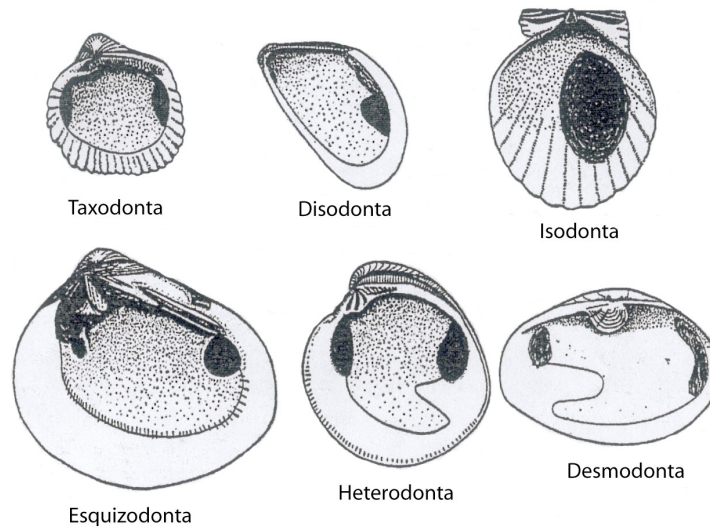
**Figura 1.** Orientación de las valvas y los márgenes que las constituyen. Modificada de Wells Jr. In <http://paleo.cortland.edu/tutorial/Bivalves/bivalvia.htm>

Al conocer la orientación de los bivalvos es posible definir el tipo de umbos que presentan, esto se logra observando hacia dónde apuntan dichas estructuras. De esta forma, un umbo **prosogiro** será el que apunte hacia la parte anterior de la valva; un umbo **opistogiro** apunta hacia la parte posterior de la valva; y un umbo **ortogiro** apunta hacia el umbo de la otra valva, es decir hacia la línea media. También es importante mencionar que si un umbo se sitúa al extremo de la parte anterior, se denomina **terminal**. La orientación de los umbos es un carácter importante para definir los géneros de bivalvos.

En los bivalvos, el umbo tiene una posición dorsal y define el **margen dorsal**; la parte contraria a él conforma la parte ventral y define el **margen ventral**. El margen dorsal presenta una placa que puede ser muy amplia o muy pequeña, llamada **charnela** o **placa charnelar**, sobre la cual se encuentran estructuras que auxilian en el cierre de las valvas e inserción del ligamento. Las primeras de estas estructuras son los **dientes**, que guían el cierre de las valvas. Dentro de la charnela se pueden distinguir dos tipos de dientes: dientes **cardinales** y dientes **laterales**. Los primeros se encuentran debajo del umbo, muy próximos a él; mientras que los laterales están más alejados del umbo. Si existen los cardinales en la charnela, entonces se hallarán en medio de los laterales; pero si no hay cardinales, los laterales estarán separados por una zona sin dientes. Los dientes presentan distintas disposiciones en las charnelas dependiendo del grupo de bivalvos que los porte. De acuerdo con Benton y Harper (1997), entre los bivalvos aparecen los siguientes tipos de dentición (**Fig. 2**):

- **Taxodontia:** Presentan una placa charnelar con numerosos dientes dispuestos de forma radial o subparalela. Ocupan casi toda la placa charnelar.
- **Actinodontia:** Es similar a la dentición taxodontia, pero los dientes son más pequeños y conspicuos (no ilustrada).

- **Disodonta:** Dientes simples y pequeños. Se localizan muy próximos a los extremos de la valva
- **Isodonta:** Dientes muy grandes, que se disponen simétricamente a los lados del resilífero.
- **Esquizodonta:** Dientes grandes que en ocasiones presentan hendiduras.
- **Heterodonta:** La placa charnelar tiene dientes laterales y cardinales. Los cardinales se ubican debajo del resilífero, y los laterales están a ambos lados.
- **Paquiodonta:** Los dientes son romos y excepcionalmente grandes (no ilustrada).
- **Desmodonta:** Placa charnelar que porta dientes muy reducidos, o carece completamente de ellos.



**Figura 2.** Algunos tipos de dentición en los bivalvos. Modificada de Benton y Harper (1997).

## 5.2. Características internas

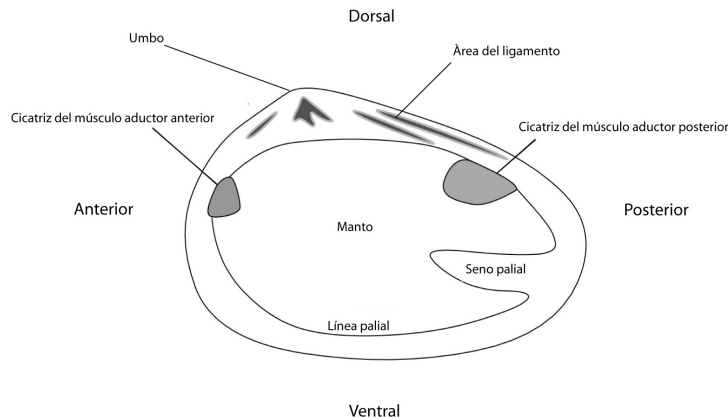
En el interior de la concha se encuentran importantes estructuras, que de acuerdo con Pojeta *et al.* (1987), se pueden dividir en cinco grandes grupos:

### 5.2.1. Manto

Consiste en dos delgadas laminillas de tejido llamadas **lóbulos del manto**, cada una de las cuales corresponde a cada valva. Esta estructura secreta el periostraco, el ligamento y diversas capas de células. El manto se manifiesta dentro de las valvas como una línea delgada perceptible a simple vista. Esta línea, próxima al margen ventral de la valva, se denomina **línea palial**. En bivalvos sifonados, esta línea no es continua y presenta una

muesca que la interrumpe, llamada **seno palial**, cuya posición es posterior (Cox *et al.*, 1969), (**Fig. 3**).

En la región dorsal los **lóbulos del manto** se fusionan con la masa visceral formando el **integumento**; en la región ventral, los lóbulos del manto rodean al espacio cerrado de la cavidad del manto, desde el cual se proyectan las branquias, el pie, y las estructuras asociadas con la alimentación, conocidas como palpos labiales.



**Figura 3.** Morfología interna de las valvas. Se muestran las principales estructuras que se pueden observar en el registro fosilífero. Modificada de Wells Jr. *In* <http://paleo.cortland.edu/tutorial/Bivalves/bivalvia.htm>.

La estructura idealizada del manto presenta tres pliegues que se pueden observar en la mayoría de los bivalvos. La estructura comienza con un **pliegue exterior**, el cual es **secretor**; por debajo está el **pliegue medio**, que es **sensorial**; y finalmente el **pliegue interior**, que es **muscular**. Entre los pliegues exterior y medio se encuentra el **surco periostracal** a partir del cual se inicia la formación del periostraco y la consecuente secreción de la concha.

Las células de la superficie exterior del manto producen la parte más exterior de la concha calcárea. El pliegue medio porta varios órganos sensitivos, y en ocasiones, ojos o tentáculos que clasifican y remueven sedimentos. El manto contiene músculos paliales radiales que se retraen hacia los márgenes y controlan el flujo de agua hacia el interior y el exterior de la cavidad del manto. Los músculos paliales se insertan a lo largo de la línea palial.

Algunas especies tienen los lóbulos del manto fusionados en un punto ubicado en el extremo posterior de la cavidad del manto, dicho punto alberga a una pequeña abertura exhalante con orientación posterodorsal a través de la cual ingresa una corriente inhalante. En la parte anteroventral sobresale una estructura llamada **pie**.



Los sifones son extensiones tubulares y musculares del manto, con posición posterior, que permiten a las especies excavadoras mantener contacto con el exterior de la excavación. Éstos se fijan a la concha mediante músculos retractores sifonales, que son prolongaciones alargadas de los músculos retractores paliales. La inserción de estos músculos produce el seno palial.

La longitud de los sifones varía de acuerdo a la profundidad del seno palial. En especies excavadoras de profundidad, los sifones no pueden retraerse totalmente hacia el interior de la concha. Algunos bivalvos tienen separados los sifones inhalante y exhalante; muchos de ellos se alimentan de detritos utilizando el sifón inhalante para succionar el alimento que se encuentra en la interfase agua-sedimento. En especies suspensívoras, los sifones están fusionados, pudiendo estar cubiertos por el periostraco o carecer de él. Algunos bivalvos tienen sifón totalmente retráctil y usan el pie para construir un tubo inhalante con mucosidad.

### 5.2.2. Branquias

Las branquias son delgadas láminas planas y alargadas que se fijan a los lados de la masa visceral o a la parte proximal del pie, mediante membranas o músculos. Tienen funciones alimenticias y respiratorias, debido a los distintos hábitos de alimentación de los bivalvos. Las branquias de los **suspensívoros** les sirven para alimentarse y respirar; en cambio, las **detritívoras**, las usan para respirar. También son conocidas como **branquias ciliadas** o **ctenidios**.

Las branquias vienen en par y cada una de ellas consiste en un eje longitudinal que tiene a sus lados numerosos **filamentos branquiales**. Todos los filamentos branquiales de un lado conforman una **demibranchia**. La demibranchia que se aproxima a la **masa visceral** es la **interior**, mientras que la demibranchia más próxima al **manto** es la **exterior**. Existen cuatro tipos de branquias (Dillon, 2003):

- **Protobranquias**: Aparecen en grupos primitivos. Su estructura es sencilla, parecida a una hoja.
- **Filibranquias**: Presentan filamentos individuales que forman estructuras con forma de W, que en su conjunto forman lamelas.
- **Eulamelibranquias**: Son branquias en forma de W, pero a diferencia de las filibranchias, entre ellas hay cavidades rellenas de agua.

- **Septibranquias:** Cruzan transversalmente a través de la cavidad del manto, formando una cámara interna, con una pequeña conexión a una cavidad exterior.

### 5.2.3. Pie y biso

En bivalvos excavadores, el **pie** se proyecta desde la cavidad del manto, su estructura es musculosa y capaz de inflarse. Se localiza a lo largo de la línea media y tiene dirección ventral, anteroventral o anterior dependiendo de la posición de la masa visceral. Es un órgano de excavación y locomoción sobre sustratos suaves. En algunas especies que tienen un pequeño músculo aductor anterior o solamente un músculo aductor posterior, el pie de los adultos es pequeño y no se usa para excavar. En estas especies, en lugar de pie hay un **biso**, el cual es una estructura compuesta por múltiples hebras que permiten al animal fijarse a los sustratos duros. En muy pocas especies que tienen un solo músculo aductor posterior, el pie desaparece durante la ontogenia temprana y carece de biso. En muy pocas especies especializadas, el pie se ha convertido en un órgano para deslizarse sobre sustratos duros (Pojeta *et al.*, 1987).

La excavación consiste en una serie de movimientos que requieren de la acción coordinada del sistema muscular. En cada zambullida al interior del sedimento, los movimientos se repetirán tanto como necesite enterrarse el bivalvo.

### 5.2.4. Músculos y ligamento

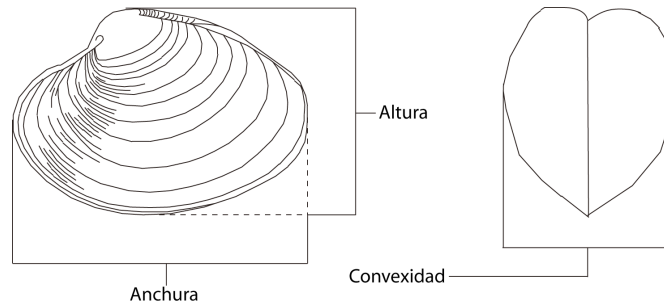
Los bivalvos presentan **músculos aductores** que se tensan para mantener cerradas las valvas, ejerciendo una acción contraria a la del ligamento. Están unidos al manto en las regiones anterior y posterior. El **ligamento** es una pequeña estructura elástica formada por fibras de conchiolina y aragonita, secretada por el periostraco; mantiene conectadas a las dos valvas, y actúa como un resorte, pues cuando los músculos aductores se relajan, las valvas se abren automáticamente. Si es interno, se inserta en una zona del interior de las valvas denominada **resilium**, cuya forma es de un hueco triangular, que puede ser muy pequeño hasta muy grande. Si el ligamento es externo, se puede insertar en estructuras denominadas **ninfas**, o en **surcos ligamentarios** (Pojeta *et al.*, 1987).

### 5.2.5. Masa visceral

Es el cuerpo del molusco, de material blando. Al igual que las estructuras anteriores es muy poco frecuente hallarlo en el registro fosilífero por su dificultad para preservarse. Incluye estructuras como los intestinos y el corazón, entre otros.

### 5.3. Dimensiones de la concha

En las conchas de los bivalvos es posible distinguir tres dimensiones: anchura, la cual corre desde la parte anterior hasta el punto más posterior; altura, que toca la parte más dorsal y la parte más ventral de la valva; y la convexidad, que es la distancia entre dos planos paralelos a la línea de comisura (Martinell *et al.*, 2009), (**Fig. 4**).



**Figura 4.** Dimensiones de la concha.

### 5.4. Hábitos de vida

Stanley (1970), propuso tres grandes categorías para clasificar los hábitos de vida de los bivalvos:

#### 5.4.1. De acuerdo con su posición de vida

Existen bivalvos que se entierran en el sustrato, otros que viven sobre él, mientras que otros grupos tienen una condición intermedia; a todas estas condiciones se les denomina **infaunal**, **epifaunal**, y **semi-infaunal**, respectivamente.

#### 5.4.2. De acuerdo con su motilidad o fijación

Considera el tipo de relación que tiene el bivalvo con el sustrato e incluye siete grandes subcategorías:

- **Anclados por el biso.** Incluye a los bivalvos que tienen un biso para fijarse al sustrato. Además poseen un pie con capacidad excavadora.
- **Cementados.** Son los bivalvos que se sujetan al sustrato mediante la secreción de material calcáreo proveniente de una de las valvas.
- **Reclinados.** Estos bivalvos viven postrados sobre un sustrato suave o ligeramente enterrados en éste. No pueden fijarse al sustrato por ningún mecanismo.
- **Nadadores.** Nadan libremente mediante mecanismos de autopropulsión.

- **Excavadores.** Remueven el sustrato suave mediante movimientos del pie, enterrando sólo una parte de su cuerpo o enterrándose completamente.
- **Perforadores.** Construyen una cavidad en un sustrato duro y luego la habitan de forma permanente o semi-permanente.
- **Rupícolas.** Ocupan una cavidad preexistente en un sustrato duro, pues no son capaces de excavar sobre ningún sustrato.

En esta clasificación se incluyen estacionarios (anclados por el biso, cementados y reclinados), móviles (nadadores), y móviles facultativos (excavadores, perforadores y rupícolas).

#### **5.4.3. De acuerdo con sus mecanismos de alimentación**

Esta categoría considera la forma en que los bivalvos consiguen su alimento. Así, existen bivalvos **suspensívoros**, que se alimentan de partículas suspendidas en el agua, generalmente por medio de un sifón inhalante especializado que succiona los sedimentos suspendidos; y bivalvos **detritívoros**, que se alimentan de los detritos que se encuentran en el sustrato, mediante probóscides, apéndices de los palpos labiales que con sus movimientos dirigen el alimento hacia su boca.

#### **5.5. Alcance estratigráfico y distribución geográfica**

Existe registro de bivalvos desde el Cámbrico Inferior hasta la actualidad. Benton y Harper (1997) han referido que los primeros registros de bivalvos pertenecen a los géneros *Pojetaia* y *Fordilla*, siendo el primero descrito en rocas del Tommotiense de Australia, mientras que el segundo en rocas del Cámbrico Inferior de Dinamarca, Norteamérica y Siberia. Han tenido una distribución cosmopolita a lo largo de la historia de la Tierra debido a sus muy variados hábitos de vida. Actualmente, los bivalvos son importantes integrantes de las faunas marinas, habitando desde áreas someras hasta zonas muy profundas.

### **6. ÁREA DE ESTUDIO**

#### **6.1. Ubicación geográfica**

El área de estudio se localiza en la región noreste del estado de Guerrero, entre las coordenadas 17° 46.5'–17° 47.5' de latitud N, y 98° 43.5'–98° 44.0' de longitud W (**Fig. 5**).

## **6.2. Marco geológico**

La Formación Olinalá se distribuye en una franja ubicada en el flanco occidental del Sinclinal La Carbonera (Corona-Esquivel, 1981; Juárez-Arriaga, 2006). En las zonas adyacentes a este sinclinal afloran cuerpos de roca que presentan relaciones con la Formación Olinalá que han aportado mayor conocimiento sobre el Paleozoico mexicano (Fig. 6).

### **6.2.1. Complejo Acatlán**

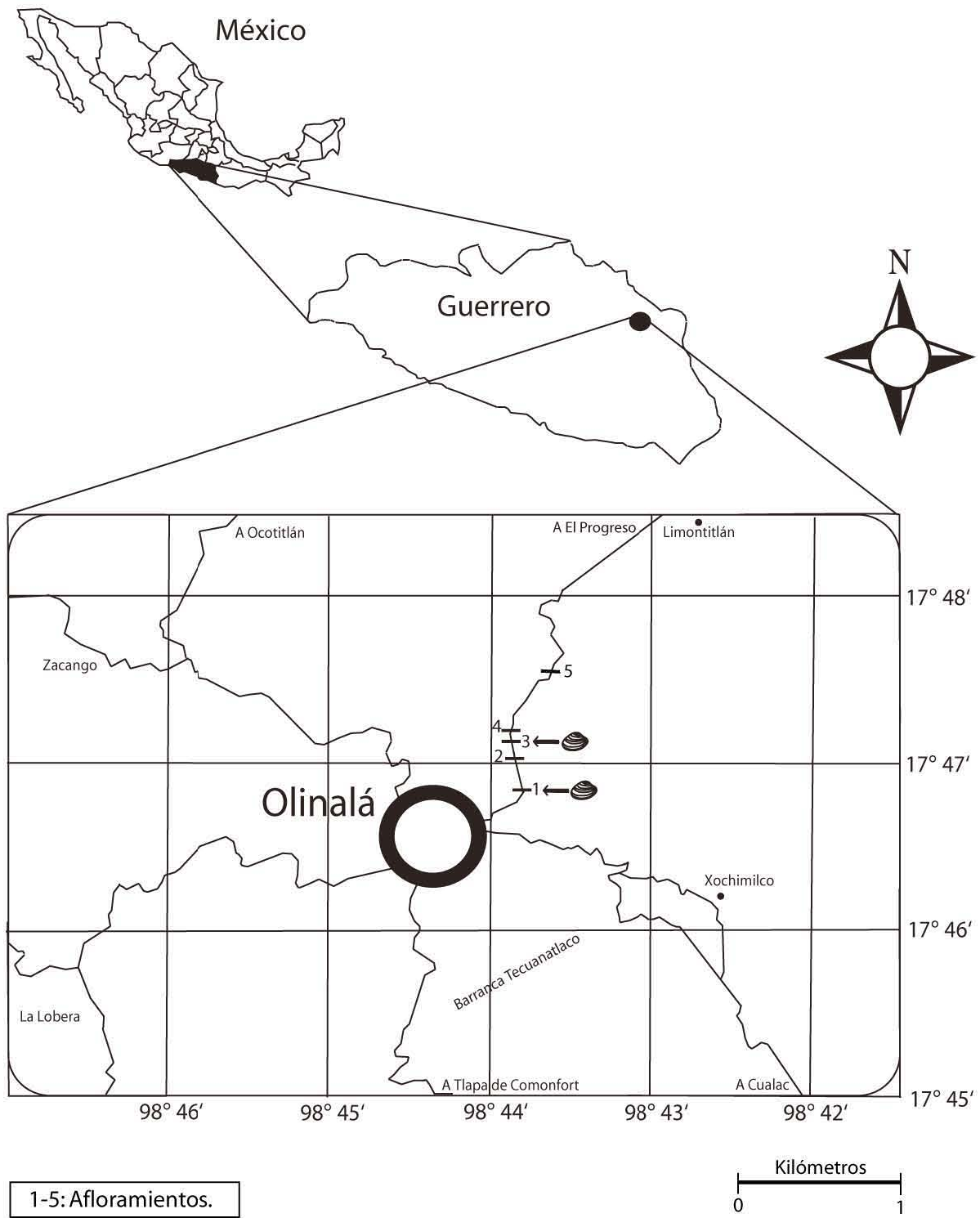
Esta unidad subyace discordantemente a la Formación Olinalá. Con base en datos estratigráficos, geocronométricos y paleontológicos se le ha asignado una edad paleozoica premisisípica (Ortega-Gutiérrez, 1978).

Los primeros trabajos efectuados en esta unidad los emprendieron Ordóñez (1906), Salas (1949) y Fries (1960), de los cuales, los dos últimos autores propusieron el nombre de Formación Acatlán para referirse a esta unidad litoestratigráfica.

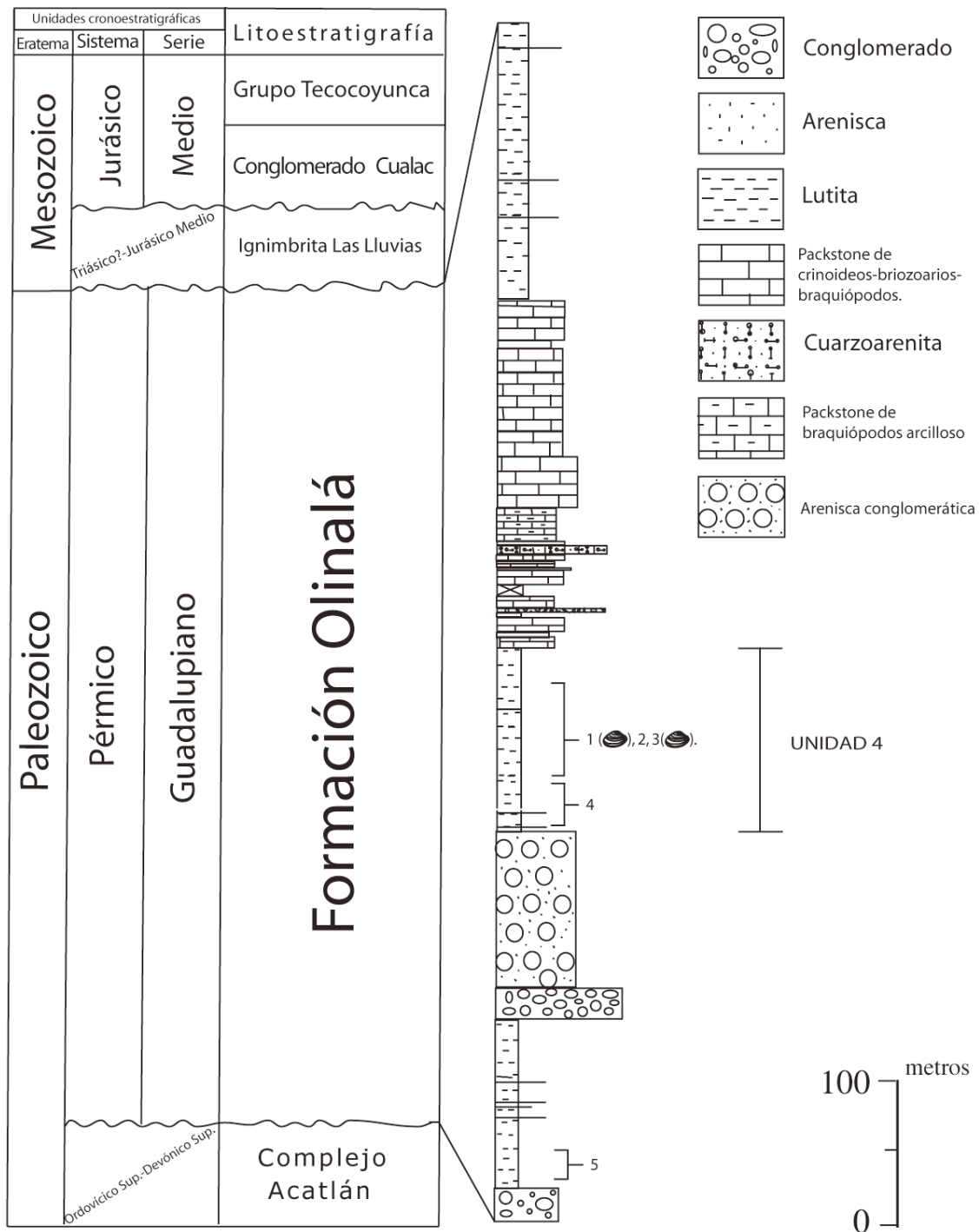
Ortega-Gutiérrez (1978) elevó el rango estratigráfico de esta unidad al de Complejo Acatlán. Reconoció la presencia de dos subgrupos: Subgrupo Petlalcingo y Subgrupo Acatleco, en los cuales refirió cuatro unidades metasedimentarias y una metaígneas. Dentro de las metasedimentarias observó pizarra, filita, esquisto, gneiss y migmatita; mientras que dentro de las metaígneas identificó rocas verdes ofiolíticas, metagranito y milonita. Incluyó dentro de este Complejo ocho unidades litoestratigráficas: Diques San Miguel, Tronco de Totoltepec, Granitoides Esperanza, Formación Tecomate, Formación Xayacatlán, Formación Cosoltepec, Formación Chazumba y Migmatita Magdalena.

Ortega-Gutiérrez (1993) redescibió a esta unidad con base en un análisis tectonoestratigráfico y reconoció seis unidades: Formación Cosoltepec, Rocas verdes Inopilco, Rocas Eclogíticas Piaxtla, Granitoides Esperanza, remanentes del Complejo Oaxaqueño y Formación Tecomate.

Santamaría-Díaz *et al.* (2008) reconocieron que el Complejo Acatlán hace contacto con el Complejo Oaxaqueño por medio de una falla (Falla de Caltepec) de edad pérmica que está cubierta por sedimentos mesozoicos y cenozoicos. Consideraron que los complejos Acatlán y Oaxaqueño forman un solo bloque que sufrió una deformación durante el Cenozoico.



**Figura 5.** Zona de estudio. Las barras negras con números representan los afloramientos estudiados y su ubicación aproximada. Los bivalvos provienen de los afloramientos 1 y 3.



Modificado de Juárez-Arriaga (2006)

**Figura 6.** Columna estratigráfica simplificada de la Formación Olinalá que muestra su relación con otras unidades estratigráficas. Se indican con números y con llaves los niveles estratigráficos aproximados de los afloramientos estudiados. También se indica con una línea la parte de la columna que corresponde a la unidad 4 de Corona-Esquivel (1981) y González-Arreola *et al.* (1994). Modificado de Juárez-Arriaga (2006), del cual provienen los bivalvos estudiados.

Ortega-Obregón *et al.* (2010) reportaron que en la región de Olinalá aparecen rocas metasedimentarias del Complejo Acatlán que ocurren en dos unidades de cuarcitas y filitas a las que denominaron: Progreso, perteneciente al Carbonífero Inferior y Zumpango, representando al Carbonífero Medio. La unidad Progreso consiste en cuarcitas localmente interestratificadas con basaltos almohadillados e intrusionados por diques máficos, toleíticos con afinidades N-MORB y fraccionamiento moderado. La unidad Zumpango presenta filita y cuarcita.

Los afloramientos del Complejo Acatlán se encuentran al noreste, oeste y sureste de Olinalá (Juárez-Arriaga, 2006).

### **6.2.2. Formación Olinalá**

La Formación Olinalá es una secuencia de rocas de origen sedimentario, marino y litoral que aflora en Olinalá. Sobreyace al Complejo Acatlán y suprayace discordantemente a la Ignimbrita Las Lluvias. Contiene siete unidades, siendo la unidad uno la base de la formación, identificada como un conglomerado poligenético conformado por guijarros subredondeados de esquisto de mica, cuarzo blanco, cuarcita, esquisto verde de clorita y algunos fragmentos de filita. La litología de la unidad dos consiste en limolita negra y lutita gris oscura a negra, con ocasionales capas de arenisca gris de grano fino, de 15 cm de espesor, y abundantes concreciones limolíticas; presenta hacia la base un horizonte con amonitas y bivalvos que pueden hallarse dentro de las concreciones. La unidad tres se divide en dos partes: una inferior, que consiste en capas gruesas de conglomerado poligenético, con guijarros de gneiss subangulosos y redondeados, esquisto, pizarra negra y cuarcita gris claro; y una superior con areniscas de grano medio a grueso de color gris claro, en capas de 0.20 a 0.80 m de espesor, muy resistentes. La unidad cuatro presenta limolita de color gris oscuro a negro, con estratificación no definida y con ligera foliación secundaria; esta unidad presenta una depresión marcada en el terreno. La unidad cinco consiste en caliza gris que se intemperiza a gris claro y su espesor varía regionalmente; presenta abundantes crinoideos y gasterópodos. La unidad seis se define como una alternancia de areniscas de color café claro, en capas medianas a delgadas y lutita de color gris oscuro, con intercalaciones de horizontes con concreciones calcáreas. Por último, la unidad siete es la más joven, y es una arenisca de color negro a gris oscuro, con estratificación delgada (Corona-Esquivel, 1981).



De acuerdo con Juárez-Arriaga (2006) la distribución de la Formación Olinalá se limita a una angosta franja relacionada con el Sinclinal La Carbonera. Corona-Esquivel (1981) localizó los afloramientos de esta unidad al noreste de Olinalá, designando como su sección tipo a la Cañada de Los Arcos.

### **6.2.3. Ignimbrita Las Lluvias**

Con este nombre, Corona-Esquivel (1981) se refirió a las rocas, tobas, e ignimbritas de composición ácida a intermedia, que cubren discordantemente a la Formación Olinalá, y a su vez están cubiertas discordantemente por el Conglomerado Cualac. El mismo autor definió su localidad tipo, que aflora en una faja de 80-100 m, con un espesor que varía entre 80-50 m. Por posición estratigráfica ha sido datada con una edad de Triásico?-Jurásico Medio (García-Díaz *et al.*, 2000).

Juárez-Arriaga (2006) ubicó sus afloramientos a lo largo del flanco noroccidental del Sinclinal La Carbonera.

### **6.2.4. Conglomerado Cualac**

Es una unidad litoestratigráfica que aflora en las cercanías del poblado de Cualac. Sobreyace discordantemente a la Formación Olinalá (Corona-Esquivel, 1981; González-Arreola *et al.*, 1994). Con base en su posición estratigráfica dentro del Grupo Tecocoyunca se le ha asignado una edad de Jurásico Medio.

Guzmán (1950) denominó esta unidad inicialmente como Cuarcita Cualac. Erben (1956b) la llamó Conglomerado Cualac y la describió como un conglomerado de matriz cuarcítica gris, con estratificación media, formado predominantemente por guijarros de cuarzo lechoso de 0.5-5 cm de diámetro, y en cantidad menor con clastos del Complejo Basal.

Corona-Esquivel (1981) describió esta unidad como “capas gruesas de conglomerado de matriz generalmente cuarcítica, duro, de color blanco, y a veces algo amarillento”. Mencionó que está compuesta casi exclusivamente por guijarros de cuarzo lechoso con diámetros de 0.5-5 cm; guijarros encontrados en menor cantidad son de mica-esquistos, gneiss e ignimbrita. Estimó su espesor de 30 a más de 200 m.

Jiménez-Rentería y Rueda-Gaxiola (2002) basándose en la presencia de palinomorfos, han propuesto ubicar al Conglomerado Cualac con una edad Pliensbachense-Aalenense, y lo incluyeron dentro del Grupo Tecocoyunca. Sin embargo, el Servicio Geológico Mexicano aún la considera como una unidad informal.

### 6.2.5. Grupo Tecocoyunca

Las rocas que constituyen este grupo sobreyacen discordantemente al Conglomerado Cualac. Fueron estudiadas por primera vez por Burckhardt (1927), quien al revisar su litología y su contenido fosilífero propuso un perfil conformado por siete unidades: 1) Areniscas con restos de plantas, 2) Margas con braquiópodos, 3) Margas con gasterópodos y bivalvos, 4) Margas y calizas con trigonias, ostreas y más fósiles, 5) Mantos de carbón en margas y bancos de caliza, 6) Calizas margosas con amonitas y 7) Calizas compactas en bancos gruesos de gran espesor.

Erben (1956a) incluyó dentro del Grupo Tecocoyunca a estratos de edad Jurásico Medio representados por las Formaciones Zorrillo, Taberna, San Simón, Otatera y Yucuñuti. Erben (1956b) ubicó los afloramientos de este grupo en la Barranca de Tecocoyunca, localizada entre Cualac y Huamuxtitlán.

Jiménez-Rentería y Rueda-Gaxiola (2002) propusieron una reestructuración formal del Grupo Tecocoyunca. Al revisar su contenido orgánico y su litología, los autores establecieron que el Grupo Tecocoyunca está conformado por las formaciones Cuarcítica Cualac, Zorrillo, Taberna, Simón, Otatera y Yucuñuti. Correlacionaron a la Formación Cuarcítica Cualac con las formaciones Tenango y Capas de Plantas de este Grupo, y con la Formación Rosario de la Cuenca Tampico-Misantla. Sin embargo, en el Léxico Estratigráfico correspondiente al Grupo Tecocoyunca, se considera que constituye una unidad informal debido a que la propuesta de Jiménez-Rentería de incluir el Conglomerado Cualac dentro del Grupo Tecocoyunca se hizo en una publicación no válida, de acuerdo con el Código de Nomenclatura Estratigráfica (NACSN, 2005).

## 7. METODOLOGÍA

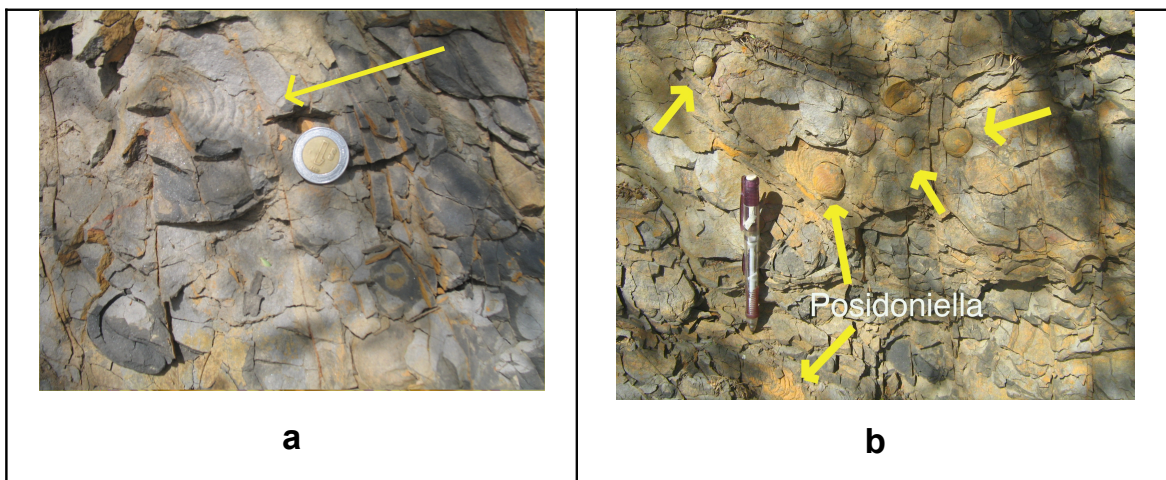
- **Trabajo de campo.** En cada afloramiento se tomaron datos (ubicación, características y espesor de la roca portadora, así como diversidad, abundancia relativa, estado de conservación, orientación, fragmentación y desarticulación de los fósiles). Posteriormente se recolectaron las muestras y se realizó un registro fotográfico.
- **Trabajo de laboratorio.** Se registró el material en la libreta de entradas del museo, los ejemplares fósiles se limpiaron con ayuda de un percutor eléctrico para remover el sedimento que los cubría parcialmente. Algunas concreciones que se transportaron completas al laboratorio se cortaron para separar los moldes que

contenían. Se elaboraron positivos en caucho-silicón de los moldes para observar las estructuras diagnósticas y se fotografió el material. Posteriormente se realizó la revisión bibliográfica de los estudios previos efectuados en la zona de estudio y de faunas contemporáneas que permitieron realizar el estudio sistemático y las interpretaciones de las especies determinadas.

## 8. AFLORAMIENTOS ESTUDIADOS

El material estudiado proviene de dos recolecciones efectuadas por personal del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias (UNAM) durante 1995 y 2006, así como de material que se recolectó durante una temporada de campo en 2009, en la que participó el autor. Todo el material se encontró en la lutita que aflora sobre el camino de terracería que va a Limontitlán (**Fig. 5**).

**Afloramiento 1.-** Coordenadas 17° 46.864' N y 98° 43.761' W. Es un afloramiento de lutita de color gris oscuro que intemperiza en forma de láminas delgadas, con manchas color ocre debidas a la oxidación. Contiene concreciones que van de tamaños desde 1.5 hasta 20 cm, en muchas de ellas hay contenido fósil. Algunas de las concreciones son alargadas y se encuentran postradas sobre el plano de estratificación. También hay contenido fósil en la lutita. Se encontraron grandes ejemplares de moldes del bivalvo *Posidoniella*, así como moldes de otros bivalvos, gasterópodos, amonoideos y un fragmento de un tallo de crinoideo. Se observaron impresiones de restos vegetales (**Fig. 7**).



**Figura 7.** Detalles del afloramiento 1. **a.-** Ejemplar de *Posidoniella*, señalado con una flecha. **b.-** Ejemplares de *Posidoniella* y concreciones que se resaltan con flechas.

**Afloramiento 2.-** Coordenadas 17° 47.042' N y 98° 43.809' W. Es un afloramiento con lutita de color café a gris, intemperizada. Hay concreciones con tamaños mayores a las presentes en la localidad 1, desde 50 cm hasta 1 m, sin embargo también hay concreciones de 1.5 a 5 cm. Aquí se localizó un ejemplar de gasterópodo, braquiópodos e impresiones de restos vegetales (**Fig. 8**).



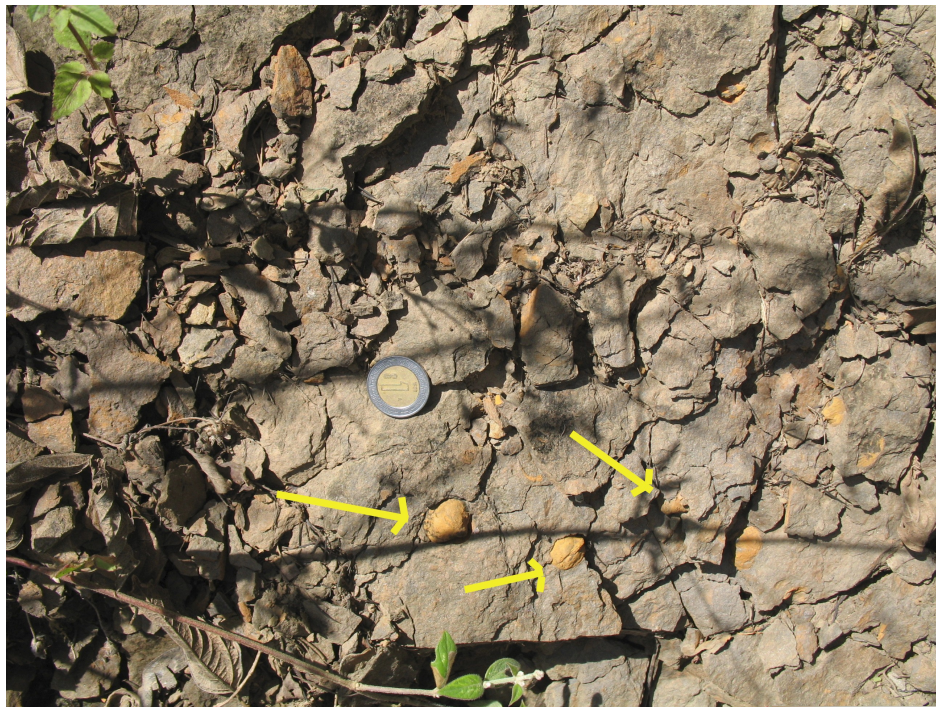
**Figura 8.** Afloramiento 2. Se señalan con flechas las concreciones.

**Afloramiento 3.-** Coordenadas 17° 47.160' N y 98° 43.861' W. Afloramiento constituido por lutita negra con estratificación paralela. El echado de las capas es de casi 90°. Están presentes moldes de braquiópodos, bivalvos, gasterópodos, nautiloideos y placas de crinoideos (**Fig. 9**).

**Afloramiento 4.-** Coordenadas 17° 47.207' N y 98° 43.858' W. Afloran dos metros de lutita oscura intercalada con arenisca de color café a gris. Dentro de la arenisca hay material fósil que se observa con facilidad ya que muestra oxidación, lo que indica la presencia de hierro. Los fósiles encontrados son braquiópodos (espiriféridos, rinconélidos, atíridos y productidos) y restos de galerías (**Fig. 10**). Se encontró un solo ejemplar de bivalvo, pero su mala preservación impidió su estudio taxonómico.



**Figura 9.** Vista general del afloramiento 3. Se observa la disposición vertical de los estratos.



**Figura 10.** Detalle del afloramiento 4, donde destaca la presencia de braquiópodos, los cuales se señalan con flechas.

**Afloramiento 5.-** Coordenadas 17° 47.526' N y 98° 43.626' W. Se presenta una arenisca de color amarillo a naranja con intenso intemperismo. Los fósiles encontrados son braquiópodos, gasterópodos, amonites y restos vegetales. Las concreciones son escasas. No ilustrado.

El material estudiado proviene de los afloramientos 1 y 3, su ubicación estratigráfica aproximada se indica en la **figura 6**.

## 9. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

En la clasificación siguiente se adoptan la nomenclatura y clasificación propuestas por Bieler *et al.* (2010), para las categorías inferiores a familia se siguen los criterios de Newell y LaRocque *in Cox et al.* (1969). El material descrito se encuentra depositado en la colección del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (FCMP).

Clase Bivalvia Linnaeus, 1758

Orden Nuculida Dall, 1889

Superfamilia Nuculoidea Gray, 1824

Familia Nuculidae Gray, 1824

Género *Nuculavus* (Chernyshev, 1947)

**Especie tipo.** (Por designación original). *Nuculavus minuta* (Chernyshev, 1947). Carbonífero de Rusia.

**Diagnosis.** Nucúlidos pequeños, trigonales, con ornamentación concéntrica que consiste en líneas de crecimiento finas e irregulares, umbo ligeramente desplazado hacia la parte posterior, resilífero pequeño, abierto, poco profundo y triangular (Yancey, 1978).

*Nuculavus levatiformis* (Walcott, 1884)

(Lámina 1, figuras 1-3)

*Nucula levatiforme* Walcott, 1884, p. 241, lám. 22, figs. 1, 1a.

*Nucula levatiformis* Girty *in* Lee y Girty (1909), p. 74, lám. 10, figs. 7 y 8; Clifton, 1942, p. 693.

*Palaeonucula levatiformis* Chronic, 1952, p. 138, p. 6, figs. 4-9; Chronic *in* Newell *et al.* (1953), p. 151, lám. 33, figs. 2a-b; Winters, 1963, p. 49, lám. 6, figs. 4-7b; Mayou, 1967, p. 118, lám. 1, fig. 10; Yancey, 1969, p. 6, figs. 18-20.

*Nuculavus levatiformis* Yancey, 1978, p. 316, lám. 7, figs. 6-10; Sterren, 2000, p. 428, figs. 9.A y 9.B; Anelli *et al.*, 2002, p. 168, figs. 3a-d4; Sterren, 2004, p. 60, figs. 3.A-B.

**Descripción del material examinado.** Concha pequeña, equivalva, inequilateral y subtrigonal. Dentición incompleta, con los dientes anteriores y posteriores de tamaño uniforme. Margen ventral redondeado. Se observa una carena tenue en el borde anterior. Superficie con estrías concéntricas finas y numerosas. En el interior presenta las impresiones de los músculos aductores isomiaricos; también se observa la línea palial.

**Medidas (en mm). VI = valva izquierda.**

No. de ejemplar	Anchura	Altura	Convexidad
FCMP841	9.8 (VI)	8.1 (VI)	1.5 (VI)
FCMP842	13.7	12.9	8.7 (ambas valvas)

**Material examinado.** Se trata de un molde externo e interno de una valva izquierda (FCMP841), y de un molde interno de valvas articuladas (FCMP842).

**Discusión.** *Nuculavus* se diferencia del género *Nuculopsis* en que mientras el segundo presenta valvas de forma subcuadrada y alargada (Yancey, 1978 *in* Anelli *et al.*, 2002), las valvas del primero son subtrigonales. Con *Nucula*, se diferencia en que este género tiene el interior del margen ventral crenulado y un resilífero que interrumpe la continuidad de la dentición (Elías, 1957 *in* Anelli *et al.*, 2002), mientras que en *Nuculavus* el resilífero es pequeño y el interior del margen ventral es liso.

Yancey (1978) distingue a *Nuculavus levatiformis* de otras especies del género *Nuculavus* por presentar un umbo menos prominente, valvas moderadamente convexas y márgenes anterior y posterior redondeadas. El mismo autor reconoce una amplia variabilidad y diferencias regionales dentro de la especie.

Los ejemplares estudiados presentan características afines a los ejemplares mostrados por Yancey (1978) y a los de Anelli *et al.* (2002). Si bien en los ejemplares estudiados no se observa el pequeño resilífero triangular, caracteres como la forma subtrigonal e inequilateral de las conchas, el pequeño tamaño de las mismas, la impresión

de los músculos aductores isomíarios y la presencia de dientes taxodontos de tamaño uniforme son distintivos de esta especie.

**Distribución geográfica y estratigráfica.** *Nuculavus levatiformis* se ha referido para el Pérmico Inferior-Medio (Asseliano-Wordiano) de Arizona, Texas, Nevada y Utah en los Estados Unidos (Clifton, 1942; Chronic, 1952; Winters, 1963; Cooper y Grant, 1972; Yancey, 1978) y en el Carbonífero Superior-Pérmico Temprano (Gzheliano-Asseliano) de Argentina (Sterren, 2000; 2004). Chronic *in* Newell *et al.* (1953) la refiere para el Paleozoico Superior (Asseliano-Artinskiano) de Perú y Anelli *et al.* (2002) refieren esta especie para el Pensilvánico Medio de la cuenca de Parnaíba en Brasil.

**Afloramiento.** Camino Olinalá-El Progreso, afloramiento 3.

Orden Nuculanida Carter, Campbell y Campbell, 2000  
Superfamilia Nuculanoidea Adams y Adams, 1858  
Familia Mallettidae Adams y Adams, 1858  
Género *Palaeoneilo* (Hall y Withfield, 1869)

**Especie tipo.** *Nuculites constricta* (Conrad, 1842), designación subsecuente de Hall, 1885. Devónico Medio de Nueva York.

**Diagnosis.** Valvas posteriormente elongadas, con o sin resilífero, usualmente con seno palial. Con muesca radial posterior apenas visible, ornamentación concéntrica, sin septo interno (McAlester, 1969).

*Palaeoneilo mcchesneyana* (Girty, 1910a)  
(Lámina 1, figuras 4-11)

*Yoldia mcchesneyana* Girty, 1910a, p. 39, lám. 4, figs. 4-6.

*Nucula mcchesneyana* Branson, 1948, p. 631.

*Anthraconeilo mcchesneyana* Yancey, 1978, p. 324, lám. 8, figs. 13-15.

*Palaeoneilo mcchesneyana* Ciriacks, 1963, pág. 37, lám. 4, figs. 12-16; Fang, 1987, p. 364, lám. 1, figs. 8-10.



**Descripción del material examinado.** Conchas equivalvas, con valvas inequilaterales, elongadas e infladas, con umbos poco prominentes y ortogiros desplazados hacia el centro entre los márgenes anterodorsal y posterodorsal. Margen posterodorsal más grande que el anterodorsal. Margen ventral redondeado. Superficie con ornamentación comarginal consistente en líneas delgadas poco espaciadas entre ellas.

**Medidas (en mm). VI = valva izquierda, VD = valva derecha.**

No. de ejemplar	Anchura	Altura	Convexidad
FCMP843	8.43 (VD)	4.6 (VD)	+/- 1.2
FCMP845	7.9 (VD)	4.6 (VD)	---
FCMP849	9.05 (VD), 8.9 (VI)	5.9 (VD), 6.0 (VI)	1.0 (VD), 1.01 (VI)

**Material examinado.** Se dispone de un molde externo de una valva derecha (FCMP843), un molde compuesto de una valva izquierda (FCMP844), y seis ejemplares articulados (FCMP845-848, FCMP849 y FCMP850), de los cuales FCMP849 tiene las valvas abiertas en forma de mariposa. Además se presentan varios moldes externos encontrados en el interior de concreciones de lutita (**Lámina 3, figuras 12 y 13**), cuya preservación no permite medir sus dimensiones. Se trata de la segunda especie de bivalvo más abundante en la localidad.

**Discusión.** Al comparar la especie que aquí se describe con la estudiada por Ciriacks (1963) existen coincidencias en la forma general de las valvas, en la ubicación y poca prominencia del umbo, en la ornamentación con líneas delgadas poco espaciadas, y en la forma de los márgenes ventral, anterodorsal y posterodorsal.

*Palaeoneilo mcchesneyana* se diferencia de *P. sera* Girty (1910b) en que el margen ventral de la segunda no es totalmente redondeado, sino que se vuelve sinuoso hacia su parte posterior formando un tipo de ligera muesca, y su umbo es más prominente que *P. mcchesneyana* (Hoare *et al.*, 1989; Hoare, 1993).

*P. mcchesneyana* es distinta a *Palaeoneilo tebagaensis* (Termier y Termier 1959 *in* Boyd y Newell, 1979) en que aunque las dos especies tienen conchas elongadas, la segunda presenta umbos prosógiros y ligeramente aplanados.

*P. mcchesneyana* se diferencia de *Palaeoneilo oweni* (McChesney *in* Hoare *et al.*, 1979) en que la segunda posee unas valvas cuyos márgenes posterodorsal y

posteroventral se juntan formando un contorno agudo, carácter que no presenta la primera.

*P. mcchesneyana* es diferente a *Palaeoneilo qinzhouensis* (Weihong *et al.*, 2007) porque la segunda presenta una charnela ligeramente arqueada con umbos desplazados hacia la parte anterior, pero más cercanos a la línea media que los de *P. mcchesneyana*.

**Distribución geográfica y estratigráfica.** La especie *Palaeoneilo mcchesneyana* ha sido reportada para los estados de Idaho, Wyoming (Girty, 1910a; Ciriacks, 1963) y Nevada (Yancey, 1978), en Estados Unidos; y en Hunan, China (Fang, 1987). Su alcance estratigráfico abarca desde el Artinskiano hasta el Wuchiapingiano.

**Afloramiento.** Camino Olinalá-El Progreso, afloramiento 3.

Orden Pteriida Newell, 1965  
Superfamilia Ambonychioidea Miller, 1877  
Familia Myalinidae Frech, 1891  
Género *Posidoniella* (De Koninck, 1885)

**Especie tipo.** (Por designación original) *Inoceramus vetustus* (Sowerby, 1829). Carbonífero Inferior de Inglaterra.

**Diagnosis.** Conchas ventricosas con el aspecto de los inocerámidos, sin ornamentación radial, con aurícula anterior. Con una delgada capa prismática (Newell, 1969).

*Posidoniella* sp.  
(Lámina 1, figuras 12-18; lámina 2, figuras 1,2)

**Descripción del material examinado.** Valvas adultas suborbiculares, con umbo ortogiro próximo a la parte posterior que sobresale del margen dorsal. Pequeña prolongación a manera de aurícula con posición anterior. La ornamentación consiste en pliegues concéntricos gruesos y ampliamente espaciados entre sí; carecen de ornamentación radial.

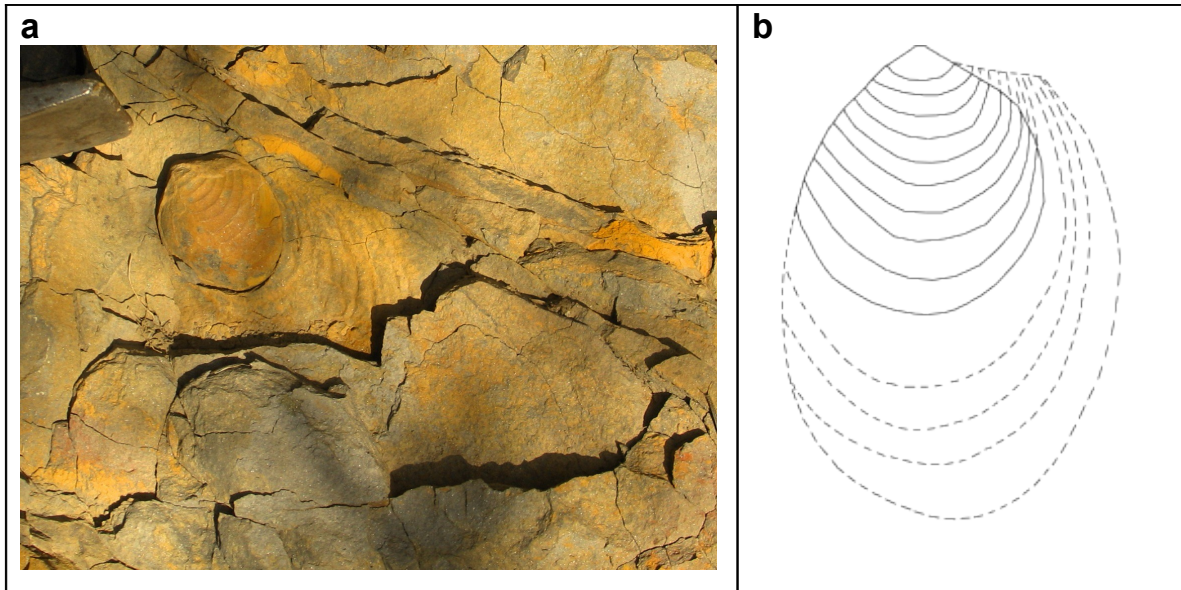
**Medidas (en mm). VI = valva izquierda, VD = valva derecha.**

No. de ejemplar	Anchura	Altura	Convexidad
FCMP853	> 57.8 (VD)	+/- 37.4 (VD)	---
FCMP855	> 36 (VI)	+/- 22 (VI)	+/- 8.3 (VI)
FCMP856	>18 (VI)	+/- 16.3 (VI)	+/- 4.8 (VI)
FCMP857	>37 (VI)	+/- 24.2 (VI)	---
FCMP858	> 31.6 (VI)	+/- 25.7 (VI)	+/- 6.3 (VI)
FCMP859	> 36.3 (VI)	+/- 29.1 (VI)	+/- 6.5
FCMP860	> 37 (VI)	+/- 22.8 (VI)	+/- 8.4 (VI)
FCMP861	> 40.5 (VI)	+/- 26.3 (VI)	---
FCMP862	>44.5 (VD)	+/- 31 (VD)	+/- 10.5 (VI)
FCMP863	> 38 (VD)	+/- 29.4 (VD)	+/- 6.5
FCMP865	> 62 (VD)	+/- 29.6 (VD)	---
FCMP866	> 45 (VD)	+/- 34.5 (VD)	+/- 10
FCMP867	> 31 (VD)	+/- 16.6 (VD)	+/- 8.6
FCMP868	> 60 (VD)	+/- 30 (VD)	---
FCMP869	> 54 (VD)	+/- 31.8 (VD)	---
FCMP870	+/- 39.5 (VD)	+/- 19.3 (VD)	---

**Material examinado.** Se compone de moldes externos: once de valvas izquierdas (FCMP851-861) y nueve de valvas derechas (FCMP862-870), dentro de los cuales, los que presentan mejor conservación son: FCMP851-856 y FCMP862-864.

**Discusión.** Los ejemplares de esta especie son los más abundantes en el área, aunque su preservación no es la mejor debido a que los moldes externos se encuentran sobre láminas finas de lutita gris a oscura que se rompen fácilmente al recolectar los ejemplares. De esta forma, tanto el material ilustrado por González-Arreola *et al.* (1994) como el que se recolectó para este estudio es incompleto, pues se tienen las partes próximas al umbo, mientras que las partes de la valva distales al umbo se pierden, posiblemente porque fueron zonas de la valva muy delgadas o con una composición mineral menos estable que la de las partes próximas al umbo (**Figs. 11 a y b**).

Debido a la pobre preservación de los ejemplares recolectados, en este trabajo se considera que la determinación de la especie queda abierta, por lo que sólo se concluye que se trata de *Posidoniella* sp.



**Figura 11. a.** Ejemplar de *Posidoniella* sp. tal como se observa en los afloramientos. **b.** Reconstrucción del mismo ejemplar, representándose con líneas punteadas las partes más frágiles de la valva que se quiebran al recolectarlas.

**Distribución geográfica y estratigráfica.** El género *Posidoniella* abarca el Carbonífero [Viseano-Namuriano], con reportes en el Pensilvánico (Cox *et al.*, 1969). Este género ya ha sido referido por González-Arreola *et al.* (1994) para la Formación Olinalá, lo cual lo llevó a proponer la ampliación del alcance estratigráfico de *Posidoniella* al Pérmico Medio, pues en las mismas localidades que trabajaron detectaron la siguiente asociación faunística que, en su conjunto, indica esta edad: braquiópodos (*Cancrinella rugosa*, *Thamnosia depressa*, *Orbiculoidea ovalis*), gasterópodos (*Babylonites carinatus*), amonoideos (*Stacheoceras toumanskyae*, *Paraceltites elegans*, *Waagenoceras dieneri*), y el conulárido *Paraconularia* sp.

Asimismo, en otra localidad mexicana, Quiroz-Barroso *et al.* (2012), refirieron este género para el Cisulariano (Pérmico inferior) de Otlamalacata, Hidalgo.

El género *Posidoniella* también fue reportado para el Carbonífero Inferior de Chile por Isaacson y Dutro (1999) en el miembro superior de la Formación Las Zorritas, junto con una abundante fauna de braquiópodos. Para el Misisípico Superior del Reino Unido (Wolfenden, 1958) se mencionan dos especies de este género dentro de una lista de fauna de diversos grupos de invertebrados, como braquiópodos, corales, nautiloideos, gasterópodos, briozoarios, trilobites, crinoideos, y otros; dichas especies son *Posidoniella*

*gibbosa* Hind 1897 y *P. vetusta* (Sowerby, 1829). En España se refirió para el Namuriano-Westphaliano (Sampelayo y Sampelayo, 1947).

**Afloramiento.** Camino Olinalá-El Progreso, afloramientos 1 y 3.

Género *Septimyalina* (Newell, 1942)

**Especie tipo.** (Por designación original). *Myalina perattenuata* (Meek y Hayden, 1858). Kansas, EUA. Pensilvánico Superior.

**Diagnosis.** Concha prosoclina, romboidal, falcada o aclina; delgada, con umbos extendidos y delgados, con lóbulo anterior obsoleto debajo de cada umbo; ambas valvas lisas o rugosas; inequivalvas; cavidad umbonal anterodorsalmente cubierta por una placa charnelar ancha; dentición débil, como en *Myalina* (Newell, 1969).

*Septimyalina burmai* (Newell, 1942)

(Lámina 2, figuras 3-8)

?*Myalina apachesi* Marcou, 1858, p. 44, lám. 7, figs. 6, 6a

*Myalina apachesi* Lee y Girty, 1909, p. 81, lám. 9, figs. 6, 7; Clifton, 1942, p. 690, lám. 101, figs. 17, 18; lám. 102, figs 3, 4.

*Septimyalina burmai*, Newell, 1942, p. 67, lám 12, figs. 1-6; NO Newell *et al.*, 1953, p. 158, lám. 34, figs 1a-2; Mudge *et al.*, 1962, lám. 15, fig. 21; Kues, 1995, lám. 7, figs. 30-34.

**Descripción del material examinado.** Concha mediana, mitiliforme, equivalva y prosoclina; umbo prosogiro y puntiagudo, poco prominente; margen cardinal recto, formando un ángulo obtuso con el margen posterior, que es ligeramente convexo; margen anterior convexo en la parte superior, recto en la inferior; margen ventral redondeado. Ambas valvas marcadas con laminillas concéntricas espaciadas regularmente en forma de arrugas, sin ornamentación radial.

**Medidas (en mm). VI = valva izquierda, VD = valva derecha.**

No. de ejemplar	Anchura	Altura	Convexidad
FCMP871	>13.7 (VD)	+/- 6.3 (VD)	---
FCMP872	> 26.5 (VD)	+/- 20.15 (VD)	+/- 6.4 (VI)
FCMP873	> 34 (VD)	+/- 28.3 (VD)	---
FCMP874	> 31.3 (VD)	+/- 22.7 (VD)	+/- 6.6
FCMP875	> 46 (VD)	+/- 32.2 (VD)	+/- 9.8 (VD)
FCMP876	> 26.5 (VD)	+/- 19 (VD)	---
FCMP878	> 33 (VI)	+/- 27.8 (VI)	+/- 10.3 (VI)
FCMP879	37.29 (VI), > 35 (VD)	+/- 19.36 (VI), +/-21.13 (VD)	---

**Material examinado.** Se revisaron moldes externos: siete de valvas derechas (FCMP871-877), de los que el ejemplar FCMP871 es una forma juvenil; una valva izquierda (FCMP878); y dos con las valvas articuladas (FCMP879 y FCMP880), de los cuales la última está abierta en forma de mariposa.

**Discusión.** De acuerdo con Newell (1942), no es posible comprobar la sinonimia con el material estudiado por Marcou (1858), pues los ejemplares en que se basa el segundo trabajo se perdieron y se desconocen tanto la localidad de recolección como el horizonte exacto.

En Newell *et al.* (1953) *Septimyalina burmai* aparece como un ejemplar con un área ligamentaria muy amplia y las valvas parecen ser menos inequilaterales que las del ejemplar presentado en Newell (1942), sin embargo se presenta como una especie comparable. El ejemplar estudiado difiere del ilustrado por Newell por carecer de espinas, pues el de Newell presenta unas pequeñas prolongaciones que se proyectan desde las líneas de crecimiento. Esto puede ser resultado del desgaste de su superficie.

*S. perattenuata* (Meek and Hayden, 1858) presenta la marca del ligamento en la charnela, conformada por una región muy amplia en la concha que muestra una serie de líneas donde se inserta el ligamento. En el ejemplar estudiado, la charnela parece no ser tan grande como para que exista tal área. En el ejemplar de Newell (1942) se observa que la parte de la charnela que tiene la inserción del ligamento es muy ancha y esta área no aparece en el ejemplar estudiado. Hoare *et al.* (1979) incluye dentro de esta especie ejemplares con una variabilidad evidente, desde una concha muy alargada y pequeña y carente de una aurícula, hasta conchas grandes, alargadas y anchas, con una aurícula grande.

Anelli *et al.* (2006) presentan varios moldes internos y un externo de *S. perattenuata*, de los que, en el último, se observa una notable diferencia con *S. burmai*: la presencia de un plegamiento en la parte anteroventral de la valva izquierda. Dicho plegamiento no se presenta en *S. burmai*.

Otras especies con las que se comparó *S. burmai* fueron:

*S. orthonota* (Newell, 1942) tiene líneas de crecimiento y forma de la concha similares, pero su umbo no es puntiagudo y es más prominente que en *S. burmai*.

*S. orbiculata* (Newell, 1942) exhibe una concha mitiliforme, pero su charnela es mucho más amplia que la de *S. burmai*, además es mucho más inequilateral y su umbo es más largo y puntiagudo que el de *S. burmai*.

*S. perattenuata*, *S. orthonota* y *S. orbiculata* pertenecen al Pensilvánico, y esta última pudo ser ancestro de *S. scitula*, sin relación con *S. burmai*. Es posible que *S. burmai*, *S. perattenuata* y *S. orthonota* conformen un género natural, pues de acuerdo con Newell (1942) aparecen sucesivamente en la columna geológica.

*S. sinuosa* (Morningstar, 1922) presenta una concha muy ancha y aurículas, así como un umbo mucho más puntiagudo que el de *S. burmai*; otra diferencia es que en *S. sinuosa* la charnela es más amplia que en *S. burmai*.

Las especies restantes del género son lo suficientemente distintas a *S. burmai* que es fácil distinguir sus diferencias. Por lo tanto, con base en la comparación del ejemplar estudiado con otras especies de este género, se determina que pertenece a *Septimyalina burmai* debido a que carece de aurículas, no tiene una concha ancha y sus umbos son puntiagudos y ligeramente curvados.

**Distribución geográfica y estratigráfica.** El alcance estratigráfico de *Septimyalina burmai* abarca las edades Gzheliano-Kunguriano y ha sido referido para Norteamérica, incluyendo los estados de Puebla (Sour-Tovar *et al.*, 2000) y Oaxaca (Quiroz-Barroso y Perrilliat, 1998), en México; en Kansas (Newell, 1942; Mudge *et al.*, 1962), Nuevo México (Kues, 1995), y Oklahoma (Clifton, 1942). En Sudamérica ha sido referido para Brasil (Anelli *et al.*, 2006) y Perú (Newell *et al.*, 1953).

**Afloramiento.** Camino Olinalá-El Progreso, afloramientos 1 y 3.

Superfamilia Pterioidea Gray, 1847

Familia Bakevelliidae King, 1850

Género *Bakevella* (King, 1848)

**Especie tipo.** *Avicula antiqua* (Von Münster in Goldfuss, 1836), p. 126. Pérmico Superior de Inglaterra.

**Diagnosis.** Conchas de pequeñas a medianas, de forma trapezoidal o romboidal, no muy elongadas; la aurícula anterior puede ser de pequeña a moderadamente grande, el ala posterior es obtusa o muy puntiaguda; las valvas nunca son extremadamente inequivalvas; con apertura anterior estrecha. Pérmico-Cretácico, cosmopolita. (Cox, 1969).

*Bakevella* sp.

(Lámina 2, figura 9)

**Descripción del material examinado.** Valva pequeña, subcuadrada. Umbo pequeño. La aurícula anterior es angosta y puntiaguda; la aurícula posterior es amplia, de ángulo obtuso y más grande que la aurícula anterior. Ornamentación no visible.

**Medidas (mm). VI = valva izquierda.**

No. de ejemplar	Anchura	Altura
FCMP881	+/- 3.5 (VI)	+/- 2.3 (VI)

**Material examinado.** Se dispone de un solo ejemplar (FCMP881) que consiste en un molde compuesto imperfecto de una valva izquierda.

**Discusión.** Kues (1995) presentó numerosas conchas halladas en calizas, y las determinó como *Bakevella sulcata* Geinitz (1866). En dicho trabajo se ilustran valvas izquierdas similares al ejemplar que aquí se determina; ese autor indicó que se trata de valvas de tamaños menores a 5 mm. No es posible comparar la valva que aquí se determina con la de Kues, pues aunque describe a detalle sus ejemplares, sus fotografías no permiten observar bien la morfología; Winters (1963) reportó especímenes de *B. sulcata* cuya área ventral es mucho más larga que el ejemplar que aquí se determina,



además no es posible la comparación con esta especie porque la valva que aquí se describe no presenta el sulcus, un carácter diagnóstico para la especie.

La valva examinada pertenece al género *Bakevella* con base en la morfología de la concha, que exhibe una aurícula anterior angosta y una aurícula posterior amplia. Sin embargo, por el hecho de tener un solo ejemplar que no conserva las estructuras externas, por solo estar conservada la valva izquierda, por no percibirse la convexidad de la valva y por carecer de otros caracteres diagnósticos, la determinación de este ejemplar queda en *Bakevella* sp.

**Distribución geográfica y estratigráfica.** El alcance estratigráfico del género *Bakevella* va desde el Serpukhoviano (Pérmico) hasta el Maastrichtiano (Cretácico). Para el Pérmico, el género *Bakevella* tiene reportes provenientes de Canadá (Harker y Thorsteinsson, 1960), Italia (Posenato *et al.*, 2005), México (Blodgett *et al.*, 2002), Reino Unido (Logan, 1967) y en Estados Unidos es donde existe una mayor cantidad de referencias provenientes de Arizona (Chronic, 1952), Idaho, Texas y Wyoming (Ciriacks, 1963), Nevada (Yancey y Stevens, 1981), y Nuevo México (Kues, 1995).

**Afloramiento.** Camino Olinalá-El Progreso, afloramiento 1.

Familia Pterineidae Meek, 1864

Género *Leptodesma* (Hall, 1883)

**Especie tipo.** *Leptodesma potens* (Hall, 1883), por designación subsecuente de Miller (1889). Devónico Superior de Nueva York, Estados Unidos.

**Diagnosis.** Sin ornamentación radial, umbo izquierdo más prominente que el derecho; ala posterior bien desarrollada comúnmente; contrafuerte miofórico débil; pocos dientes cardinales y variables en número (Newell y LaRocque *in* Cox *et al.*, 1969).

Subgénero *Leptodesma* (Hall, 1883)

*Leptodesma* (*Leptodesma*) sp.

(Lámina 2, figura 10)

**Descripción del material examinado.** Concha pequeña, inequivalva y poco convexa. Margen anterior ligeramente redondeado; margen posterior paralelo al anterior, convexo hacia el margen ventral; margen cardinal recto y amplio, mayor que la longitud de la concha. Umbo pequeño y poco prominente. Aurícula anterior muy reducida; aurícula posterior en forma de ala muy aguda que termina en forma de espina. Superficie ornamentada con líneas comarginales finas y espaciadas.

**Medidas (en mm). VI = valva izquierda.**

No. de ejemplar	Anchura	Altura
FCMP882	4.2 (VI)	3.4 (VI)

**Material examinado.** Un ejemplar (FCMP882) que consiste en la impresión externa de la valva izquierda casi totalmente cubierta por el molde compuesto imperfecto de la valva derecha. Las valvas están desplazadas.

**Discusión.** Se asigna a *Leptodesma* (*Leptodesma*) por poseer una aurícula anterior angular, que lo distingue del otro subgénero, *Leptodesma* (*Leiopteria*) Hall, 1883, en el cual es lobulada (Newell y La Rocque *in Cox et al.*, 1969). El estado precario del único ejemplar no permite conocer características diagnósticas, por lo que se deja abierta la asignación de especie.

**Distribución geográfica y estratigráfica.** El alcance estratigráfico del subgénero *Leptodesma* (*Leptodesma*) comprende desde el Telychiano (Silúrico Inferior) al Changhsingiano (Pérmico Superior). Es cosmopolita.

**Afloramiento.** Camino Olinalá-El Progreso, afloramiento 1.

Orden Pholadomyida Newell, 1965 [Anomalodesmata Dall, 1889]

Superfamilia Edmondiioidea King, 1850

Familia Edmondiidae King, 1850

Género *Edmondia* (De Koninck, 1841)

**Especie tipo.** (Por designación original). *Isocardia unioniformis* (Phillips, 1836). Carbonífero Inferior de Irlanda.

**Diagnosis.** Concha ovoide a elíptica alargada, regularmente gibosa. Sin carenas laterales o sulco; márgenes cerrados; umbos pequeños, prosogiros, situados de un cuarto a un tercio detrás del margen anterior; las valvas generalmente están ornamentadas con algunas líneas concéntricas irregulares o líneas de crecimiento; placa charnelar internamente reforzada por una cresta casi paralela (Newell *in Cox et al.*, 1969).

*Edmondia phosphatica* (Girty, 1910a)

(Lámina 2, figuras 11-18)

*Edmondia? phosphatica* Girty, 1910a, p. 36, lám. 6, fig. 9.

*Edmondia phosphatica* Ciriacks, 1963, p. 74, lám. 11, figs. 12-15.

**Descripción del material examinado.** Concha subcuadrada, muy inflada, inequilateral. Umbos prosogiros, casi tendiendo a ser ortogiros, muy próximos a la parte anterior. El margen anterodorsal presenta un truncamiento, mientras que el posterodorsal es largo y ocupa la mayor parte de la zona dorsal. Márgenes dorsal y ventral planos, más o menos paralelos entre sí. Charnela larga. La ornamentación es comarginal y consiste en pliegues gruesos muy pronunciados.

**Medidas (en mm). VI = valva izquierda.**

No. de ejemplar	Anchura	Altura	Convexidad
FCMP883	> 26.5 (VI)	+/- 19.2 (VI)	+/- 17.9
FCMP884	> 23.7 (VI)	+/- 19.8 (VI)	+/- 16.3
FCMP885	> 22.5 (VI)	+/- 18.9 (VI)	+/- 15.6

**Material examinado.** Se estudiaron tres moldes externos (FCMP883, FCMP884 y FCMP885). Exhiben la morfología general de la concha, las valvas articuladas y los caracteres externos ya descritos. Muestran una muy fuerte oxidación y desgaste del material del que están constituidos.

**Discusión.** El género *Edmondia* se distingue por tener una placa charnelar, que en moldes internos se observa como un surco paralelo al margen dorsal. La cara ventral de esta placa presenta un conjunto de inserciones musculares circulares, y no debe interpretarse como el sitio de fijación de un ligamento interno (Runnegar y Newell, 1974).

Generalmente, se puede distinguir a *Edmondia phosphatica* de otras especies, mediante caracteres como la ubicación del umbo, el tipo de ornamentación y la forma de las valvas.

*E. phosphatica* se diferencia de *E. nodulifera* (Hoare *et al.*, 1978) en que presenta una ornamentación con líneas gruesas y con un solo pliegue muy pronunciado, mientras que *E. nodulifera* no tiene una ornamentación de este tipo.

*E. phosphatica* también se puede distinguir de *E. bellula* porque el umbo en la segunda especie está casi al centro del margen dorsal, pero tendiendo hacia la parte anterior; mientras que la primera especie tiene el umbo muy próximo a la parte anterior.

*E. phosphatica*, en Ciriacks (1963) se describe como una especie con valva subcuadrada, inequilateral, umbos prominentes, prosogiros, localizados a un cuarto detrás del extremo anterior, y con ornamentación delgada; sin embargo, en la lámina 11 figuras 12-15 de dicho trabajo se observa una ornamentación más gruesa, muy similar a la del ejemplar que aquí se estudia. Se determina que se trata de esta especie porque los caracteres observados en el trabajo de Ciriacks coinciden con los de los ejemplares descritos aquí. También se puede observar que los ejemplares estudiados aquí tienen unos márgenes dorsal y ventral lisos y casi paralelos entre sí, lo cual se percibe en los ejemplares de Ciriacks.

**Distribución geográfica y estratigráfica.** *Edmondia phosphatica* se ha descrito hasta el momento para el Roadiano de Idaho y Wyoming (Girty, 1910a; Ciriacks, 1963), en Estados Unidos.

**Afloramiento.** Camino Olinalá-El Progreso, afloramiento 3.

Superfamilia Pholadomyoidea King, 1844

Familia Grammysiidae Miller, 1877

Género *Cardiomorpha* (De Koninck, 1844)

**Especie tipo.** *Isocardia oblonga* (Sowerby, 1825), por designación subsecuente de (Woodward, 1854). Carbonífero Inferior de Irlanda.

**Diagnosis.** Similar a *Edmondia*, pero con umbos muy prominentes, y fuertemente prosogiros; con superficie lisa. Caracteres internos desconocidos (Newell in Cox et al., 1969).

?*Cardiomorpha* sp.

(Lámina 3, figuras 1-11)

**Descripción del material examinado.** Valvas inequilaterales, ovaladas y alargadas, más largas que altas, infladas, con umbos fuertemente prosogiros, casi terminales y poco prominentes. El margen posterodorsal es mucho más amplio que el margen anterodorsal y corre casi paralelo al margen ventral; el margen ventral es ligeramente curvo, siendo mayor la curva en las partes que se aproximan al margen posteroventral y anterodorsal. Placa charnelar con una carina interna delgada y paralela al margen dorsal. No presentan lúnula, ni escudo. La ornamentación es comarginal, con líneas muy delgadas y poco espaciadas entre ellas.

**Medidas (en mm). VD = valva derecha.**

No. de ejemplar	Anchura	Altura	Convexidad
FCMP886	17.2 (VD)	14.8 (VD)	11.5
FCMP887	18.7 (VD)	14.3 (VD)	9.2
FCMP888	21.7 (VD)	16.6 (VD)	12.4
FCMP889	22.75 (VD)	16.4 (VD)	10.8
FCMP890	23.5 (VD)	16.2 (VD)	13.8
FCMP891	26.4 (VD)	21.4 (VD)	12.2
FCMP892	26.6 (VD)	20.7 (VD)	13.6
FCMP893	27.3 (VD)	20 (VD)	17
FCMP894	28.3 (VD)	18.2 (VD)	14.7

**Material examinado.** Once moldes externos con las valvas articuladas y cerradas (FCMP886-896). De éstos, los ejemplares FCMP895 y FCMP896 presentan un desgaste que impide medir sus dimensiones.

**Discusión.** El material examinado presenta similitud con los géneros *Edmondia* y *Cardiomorpha* debido a que ambos géneros tienen valvas ovaladas o subcuadradas y umbos prosogiros. Sin embargo, se diferencian en que los umbos de *Edmondia* están más desplazados hacia el centro ubicándose a un tercio desde el margen anterodorsal hacia el margen posterodorsal, mientras que los umbos de *Cardiomorpha* son casi

terminales. Por presentar éste último carácter se determinó que los ejemplares revisados pertenecen al género *Cardiomorpha*.

El material examinado presenta afinidad con el material estudiado por Girty (1910a), quien describió un ejemplar de *Cardiomorpha* sp. como una concha con forma transversalmente subelíptica, con un umbo no muy prominente y casi terminal, con extremos simétricamente redondeados, y una superficie marcada por muchas estrías tenues y finas. Al comparar la figura que se muestra en el trabajo de Girty (1910a) con el material examinado se observa similitud entre ellos.

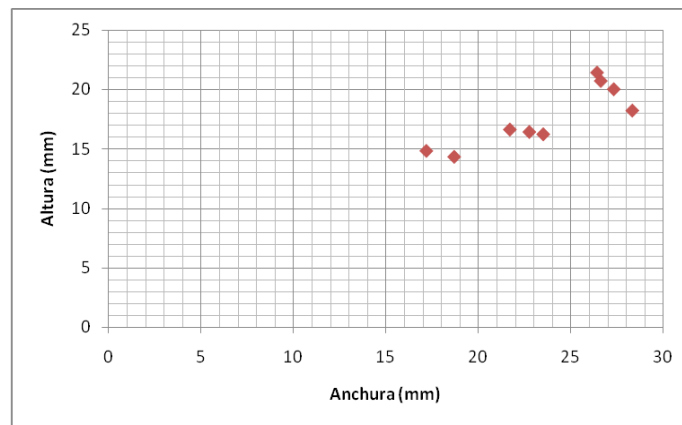
Pojeta (1969), dentro de una revisión de los bivalvos con los que trabajó Girty (1910b), presentó a *Cardiomorpha? inflata*, cuyos caracteres son distintivos del género, pero se distingue del material examinado principalmente en que su margen posterior es subrectilinear y fuertemente oblicuo, haciendo que las valvas se observen alargadas de forma oblicua, carácter del que carecen los ejemplares examinados, pues éstos tienen el margen posterior redondeado y, aunque sus valvas están alargadas, no son oblicuas.

La especie *Cardiomorpha missouriensis* presentada en Hoare *et al.* (1979) tiene el margen posterior subtruncado, mientras que el margen posterior del material revisado es redondeado, por lo tanto, no son equiparables. En ese trabajo se muestra la charnela del ejemplar que allí se determina, ésta tiene unas ninfas bien desarrolladas y una placa charnelar que presenta una delgada cresta interna que corre paralela a ella. En el material que se revisó hay unos ejemplares en los que las valvas están desplazadas, allí se expone una parte de la charnela cuya forma es similar a la que aparece en Hoare *et al.* (1979), aunque no se observa la cresta interna, lo cual se puede explicar por el hecho de que se rellenó de sedimento durante su fosilización y se perdió el carácter.

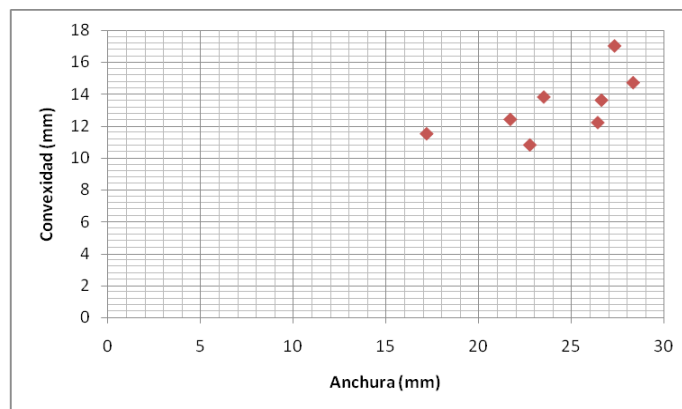
Al comparar el material revisado con ejemplares de *Cardiomorpha obovata* presentados en Hoare (1993), se observan grandes diferencias, pues los ejemplares de Hoare tienen los umbos muy desplazados hacia el centro, y el mismo autor los describe como: umbos prosogiros, localizados aproximadamente a un cuarto de longitud desde el margen anterior; al observar las figuras, los ejemplares tienen más afinidad con formas parecidas a *Edmondia*. En el mismo trabajo aparecen dos ejemplares determinados como *Cardiomorpha* sp., los cuales sí presentan características afines al género, pero son distintos al material revisado porque sus valvas son más alargadas y con una forma más

subcuadrada, además tienen un margen anterior algo liso y convexo hacia su margen anteroventral, caracteres que no presenta el material examinado.

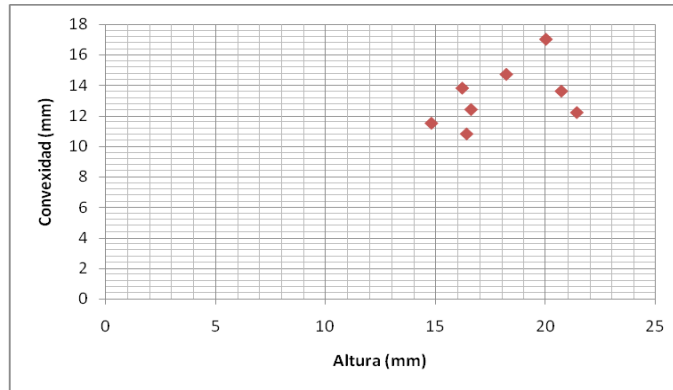
Existe variabilidad en las dimensiones de los ejemplares determinados como ? *Cardiomorpha* sp. (Figs. 12-14). En ellas se observa una posible correspondencia entre la anchura y la altura de las valvas, entre la anchura y la convexidad, y entre la altura y la convexidad, lo cual indica que se trata de ejemplares que pertenecieron a individuos que si bien eran adultos, algunos estaban en etapas más desarrolladas, exhibiendo mayores tallas. Hay algunos ejemplares que se salen de dicha correspondencia, y se puede explicar por el hecho de que éstos presentan cierto desgaste ocurrido después de la fosilización. Se construyeron gráficos con las medidas de estos ejemplares porque son los únicos que exhiben las dos valvas articuladas y que están más completos.



**Figura 12.** Gráfico de dispersión con los datos anchura contra altura, de los ejemplares de ? *Cardiomorpha* sp.



**Figura 13.** Gráfico de dispersión con los datos anchura contra convexidad, de los ejemplares de ? *Cardiomorpha* sp.



**Figura 14.** Gráfico de dispersión con los datos altura contra convexidad, de los ejemplares de ? *Cardiomorpha* sp.

**Distribución geográfica y estratigráfica.** El registro del género *Cardiomorpha* va desde el Emsiano Tardío (Devónico) hasta el Wuchiapingiano (Pérmico Tardío). Por lo tanto, tiene reportes en diversas localidades de varias partes del mundo. En el Reino Unido ha sido reportado para el Asbiano (Moore, 1958) y Brigantiano (Wolfenden, 1958); en China se refirió para el Eifeliano (Zhang y Pojeta, 1986) y el Wuchiapingiano (Zhao y Cheng, 1988); en India se reportó para el Sakmario (Reed, 1932); en la Antártica se ha referido para el Serpukhoviano-Bashkiriano (Kelly *et al.*, 2001); en Brasil se reportó para el Emsiano (Melo, 1988) y el Eifeliano-Frasniano (Morsch, 1986); en Estados Unidos se refirió para el Serpukhoviano de West Virginia (Hoare, 1993), el Desmoinesiano de Missouri (Hoare, 1961), Pensilvánico de Utah (Chamberlain, 1981), Misisípico de Alaska (Buddington y Chapin, 1929), Roadiano de Idaho (Girty, 1910a), y el Merameciano de Nevada (Brew y Gordon, 1971) y de Arkansas (Branson, 1958).

**Afloramiento.** Camino Olinalá-El Progreso, afloramiento 3.

## 10. IMPLICACIONES DE LA PRESENCIA DE LOS GÉNEROS Y ESPECIES DE BIVALVOS ESTUDIADOS

A partir de la información obtenida, es posible precisar algunas consideraciones:

### 10.1. Consideraciones estratigráficas

El material de bivalvos examinado proviene de los afloramientos 1 y 3, donde se encuentran estratos que corresponden a parte de la unidad 4 de la columna estratigráfica



propuesta por Corona-Esquivel (1981), y a la parte lutítica de la secuencia SD-2 de Juárez-Arriaga (2006).

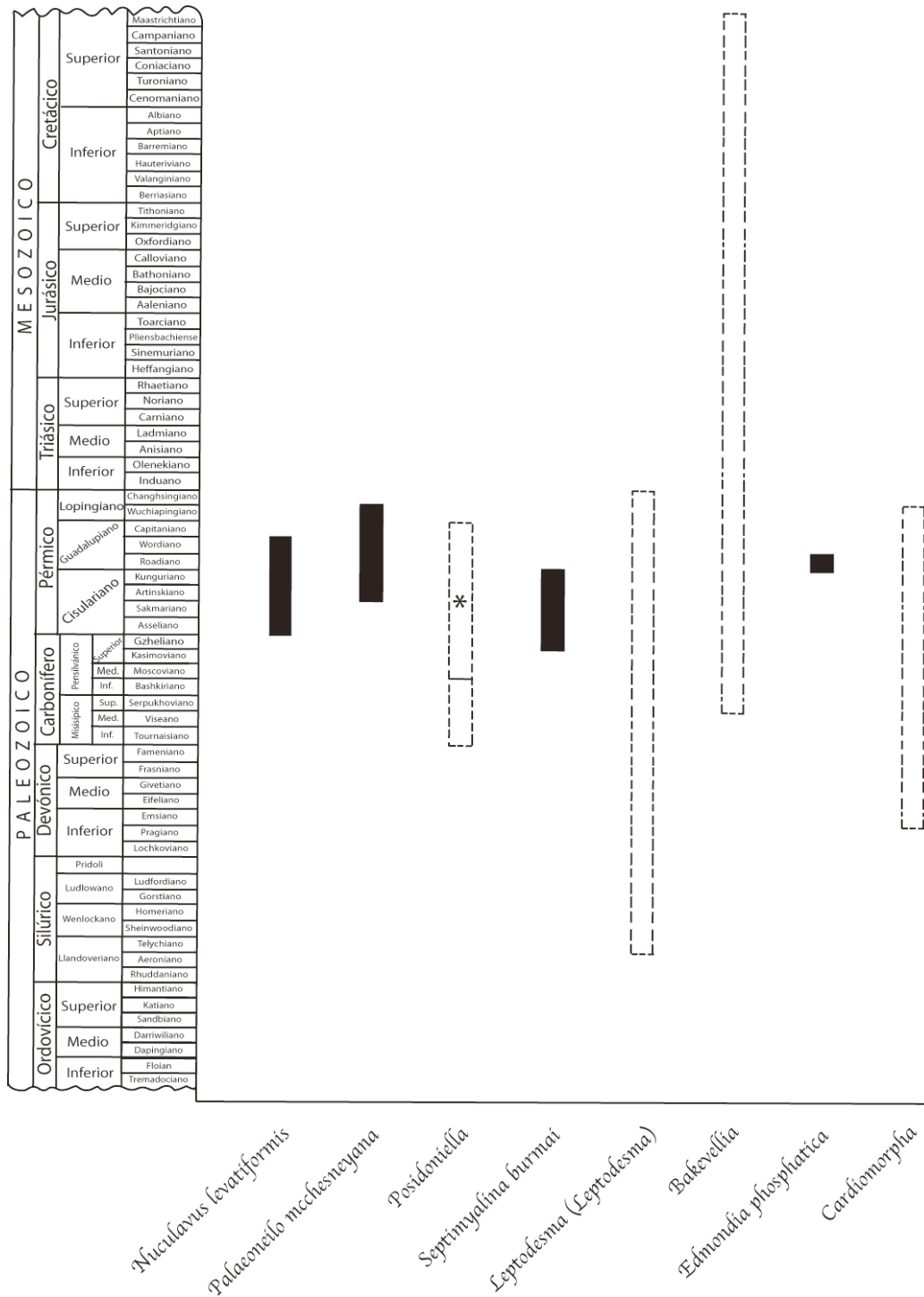
Para asignarle una edad al nivel de la Formación Olinalá estudiado, es preciso observar que autores como Flores de Dios y Buitrón (1982) le establecieron inicialmente a toda la formación una edad Pensilvánico-Triásico. Posteriormente Corona-Esquivel (1981), Silva-Pineda *et al.* (1998, 2000), Vachard *et al.* (1993), González-Arreola *et al.* (1994) y Esquivel-Macías (1996) restringieron la edad al Pérmico.

En cuanto al alcance estratigráfico de las especies estudiadas por González-Arreola *et al.* (1994) correspondientes a la unidad 4 (**ver anexo**), se observa que las especies con un alcance menor (Capitaniano), solo han sido referidas para Coahuila, por lo que no pueden ser consideradas como fósiles índice.

Posteriormente, Vachard *et al.* (2004) reconocieron una posible edad Wordiano para las capas inferiores, basados en la presencia del amonoideo *Waagenoceras* sp., mientras que asignaron una edad de Capitaniano a la parte carbonatada, por la presencia de los fusulínidos *Polydiexodina* sp. y *Codonofusiella extensa*. En relación a lo anterior, el alcance de *Polydiexodina* se ha extendido en los últimos años a Wordiano-Capitaniano y la especie *Codonofusiella extensa* sólo se conoce para el Capitaniano de Coahuila, por lo que al tenerse un registro tan limitado de su distribución geográfica, tampoco puede ser considerada en este momento como un fósil índice.

De acuerdo con los alcances estratigráficos de los bivalvos estudiados (**Fig. 15**), el conjunto de bivalvos es característico del Pérmico Medio y sugiere una edad de Roadiano. Sin embargo, al considerar los alcances de la fauna acompañante, es posible que la edad se extienda al Wordiano, lo que implicaría la extensión del alcance estratigráfico de las especies *Septimyalina burmai* y *Edmondia phosphatica*. Si este fuera el escenario real, habría importantes implicaciones biogeográficas, ya que existen otras especies de esta formación que han sido consideradas como probables formas endémicas relictuales (Sour-Tovar *et al.*, 2009).

En cuanto a la edad de *Posidoniella*, el alcance estratigráfico de este género había sido considerado exclusivamente carbonífero. Posteriormente, González-Arreola *et al.* (1994) propusieron ampliarlo hasta el Pérmico Medio como se indica en la **figura 15** con un asterisco. Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, se corrobora la propuesta de ampliar el alcance estratigráfico de este género hasta el Pérmico Medio.



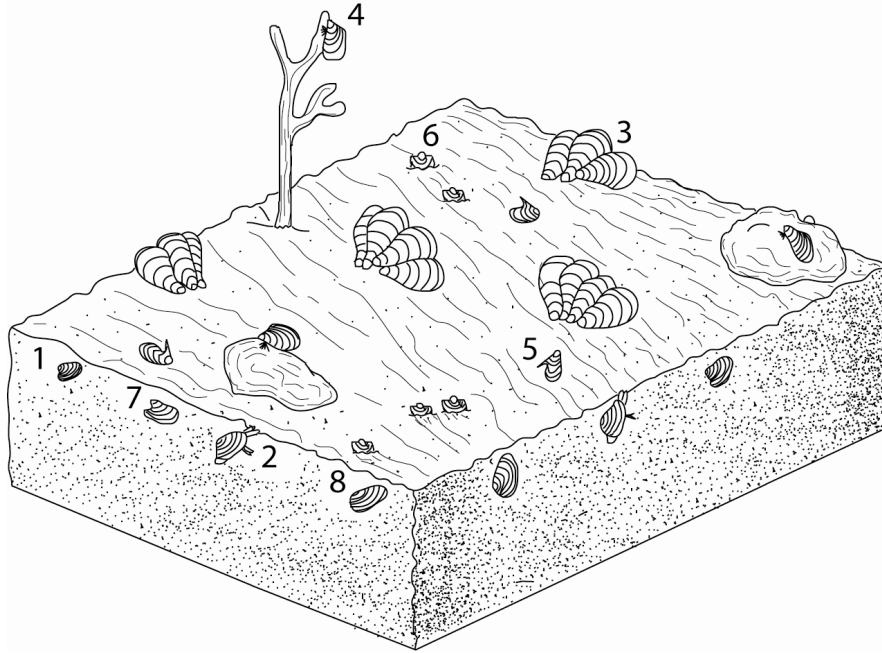
**Figura 15.** Alcances estratigráficos de los géneros y especies estudiados. Las líneas punteadas indican el alcance estratigráfico del género; mientras que las barras negras indican el alcance estratigráfico de las especies. En el caso de *Posidoniella* sp., la sección con asterisco (\*) indica la propuesta de González-Arreola *et al.* (1994) de ampliar su alcance estratigráfico hasta el Pérmico Medio.

## 10.2. Consideraciones tafonómicas y paleoecológicas

De acuerdo con Juárez-Arriaga (2006) la Formación Olinalá consiste en una sucesión sedimentaria de facies continentales y marinas. Las primeras están representadas por los conglomerados y areniscas conglomeráticas y representan ambientes de depósito fluvial o costero. Las segundas están representadas por calizas fosilíferas que indican ambientes de submarea, y por lutitas que por su color oscuro, laminación fina, presencia de pirita y estructuras *cone in cone*, el contenido fosilífero (amonoideos, nautiloideos, gasterópodos, braquiópodos, conuláridos, fragmentos desarticulados de crinoideos, restos vegetales, además de los bivalvos) y por las relaciones estratigráficas sugieren un depósito en condiciones de plataforma externa, sin influencia del oleaje. Intercaladas en las lutitas se presentan areniscas en forma de capas delgadas a medianas y con estructuras de bioturbación, que corresponden a ambientes marinos someros, indicando cambios eustáticos continuos. La ciclicidad en el depósito ha sido considerada por Juárez-Arriaga (2006) como el registro de tres eventos transgresivo-regresivos que ocurrieron en el área durante el Pérmico Medio.

Los géneros de bivalvos estudiados representan tres modos de vida principales: *Nuculavus*, *Palaeoneilo*, *Edmondia* y *Cardiomorpha* incluyen especies que fueron organismos móviles facultativos y formaron parte de la infauna; *Posidoniella*, *Septimyalina* y *Leptodesma* incluyen especies que vivían adheridas a diferentes sustratos formando parte de la epifauna y *Bakevellia* es un género con especies semi-infaunales (**Fig. 16**). Su registro consiste en moldes internos, moldes externos y vaciados en lutita oscura y su preservación se favoreció en muchos casos al quedar incluidos en concreciones.

La formación de concreciones fosilíferas aún no ha sido bien dilucidada. Sin embargo, se ha formulado la hipótesis de que se debe a la precipitación de minerales como el carbonato de calcio, propiciada por los productos de la descomposición de los organismos enterrados (Waage, 1964), o a la descomposición del material blando, que induce un cambio en el pH de los minerales que conforman a la lutita, haciéndolos precipitar y formar sitios de acumulación de estos minerales, rodeando las partes duras de los animales preservados (Prothero y Schwab, 2004).



**Figura 16.** Hábitos de vida de los bivalvos estudiados. **Infaunales, móviles facultativos:** 1. *Nuculavus levatiformis* (detrítivoro-suspensívoro), 2. *Palaeoneilo mcchesneyana* (detrítivoro), 7. *Edmondia phosphatica* (suspensívoro), 8. *Cardiomorpha* sp. (suspensívoro); **Semi-infaunal, estacionario:** 6. *Bakevellia* sp. (suspensívoro); **Epifaunales y estacionarios:** 3. *Posidoniella* sp. (suspensívoro), 4. *Septimyalina burmai* (suspensívoro), 5. *Leptodesma (Leptodesma)* sp. (suspensívoro). No se trata de una reconstrucción ambiental.

Las concreciones fosilíferas de Olinalá son de dos tipos:

1. Aquellas en las que hay restos de un solo individuo representante de los géneros *Posidoniella*, *Septimyalina*, *Bakevellia* o *Leptodesma*, que fueron formas epifaunales que comúnmente vivían en aguas salobres; o de *Edmondia* o *Cardiomorpha* que fueron infaunales y cuyo registro en otros trabajos se incluye en depósitos de aguas poco profundas (Girty, 1910a; Ciriacks, 1963; Runnegar y Newell, 1974; Dickins, 1999).
2. Las que presentan concentraciones de individuos de los géneros *Nuculavus* y *Palaeoneilo*, que fueron organismos infaunales de talla pequeña y cuyo registro en aguas marinas incluye facies de costa, de plataforma interna y de plataforma externa (Newell *et al.*, 1953; Sterren, 2000; Anelli *et al.*, 2002), (**Lámina 3, figuras 12 y 13**).

En el caso de las concreciones con concentraciones de diferentes individuos se puede proponer una historia de su formación de la siguiente forma:

1. Los organismos infaunales se hallaban dentro del sedimento cuando ocurrió un evento de enterramiento rápido.
2. El enterramiento desplazó las conchas articuladas a corta distancia, disponiéndolas de forma azarosa. Esto último se puede verificar al observar que las valvas no estaban en posición de vida, pero se hallaban articuladas y su superficie no se desgastó.
3. La descomposición de los organismos liberó productos hacia el sedimento que los rodeaba, propiciando la precipitación de minerales.
4. La precipitación de minerales produjo capas concéntricas que a su vez formaron las concreciones.
5. Una vez formadas las concreciones, éstas permanecieron sepultadas hasta el afloramiento de la roca portadora.

De acuerdo con Kidwell *et al.* (1986) las concentraciones observadas en las concreciones serían politépicas por la presencia de varias especies de bivalvos y braquiópodos, su estructura bioclástica consiste en conchas pequeñas articuladas, dispuestas en forma azarosa y sin evidencia de compresión.

En los afloramientos estudiados también había concreciones no fosilíferas. Su origen es difícil de explicar, pues aparentemente no hay algún elemento que propicie la precipitación de minerales. Waage (1964) asocia la presencia de este tipo de concreciones a rocas portadoras de fósiles en las que generalmente se encuentra una fuerte concentración de aminoácidos durante la diagénesis temprana. Esto sólo es posible comprobarlo mediante estudios geoquímicos de las rocas portadoras. Estas concreciones también se formaron en el lugar en el que se dio el depósito final y, al igual que las fosilíferas, permanecieron sepultadas hasta el afloramiento de la roca portadora.

El hecho de que los bivalvos infaunales sean abundantes en las concreciones y que presenten las valvas articuladas y, por otra parte, que los bivalvos epifaunales estén desarticulados y sus valvas muestren un ligero desgaste, es un reflejo congruente con los hábitos de vida de los géneros estudiados y sugiere una mezcla de organismos provenientes de diferentes comunidades. Las formas *para-autóctonas*, que vivían a menor profundidad, debieron sufrir un transporte rápido. Esta última afirmación está ejemplificada

por los bivalvos determinados como *Posidoniella* sp., un grupo epifaunal cuyo registro en el campo presenta valvas amplias completas. El hecho de que las valvas de *Posidoniella* sp. estuvieran completas en los afloramientos apoya la idea de un medio de baja energía y de que el transporte fue moderado. Si el medio hubiera sido de alta energía, estas valvas hubieran presentado fracturas o sólo se presentarían en los afloramientos algunas partes de las valvas. La presencia de restos vegetales representa formas *alóctonas* porque su origen es continental, lo cual significa que fueron transportadas mediante una corriente fluvial hasta el mar.

De acuerdo con los elementos taxonómicos y tafonómicos observados y con los hechos que éstos sugieren, es posible decir que en la lutita donde se hallaron los fósiles está representado un ambiente de plataforma de aguas poco profundas de baja energía, influenciado por la desembocadura de ríos y el transporte de bivalvos provenientes de estuarios. No es posible proponer un modelo ambiental más detallado pues no se tienen elementos para ello.

En cuanto al depósito del afloramiento 2, se puede proponer que las condiciones en que se dio fueron similares a las que se discutieron anteriormente. Esto se propone con base en que dicho afloramiento presenta lutita de color café a gris, tiene concreciones de tamaños similares a los de los afloramientos 1 y 3, pero también algunas cuyos tamaños van de 50 cm a 1 m. La forma en que se conservaron los braquiópodos y gasterópodos, y la presencia de impresiones de restos vegetales son similares a las presentes en los afloramientos 1 y 3. Por lo tanto, es posible que el depósito final del afloramiento 2 haya sido similar al de los afloramientos 1 y 3. Acerca de los afloramientos 4 y 5, éstos presentan una litología distinta a la mostrada en los afloramientos 1, 2 y 3, e indican cambios en las condiciones de depósito, las cuales no se discuten aquí porque en ellas no se hallaron bivalvos.

### **10.3. Consideraciones biogeográficas**

La posición paleogeográfica de la República Mexicana durante el Pérmico varía ligeramente conforme al modelo paleogeográfico que se consulte; sin embargo, su posición siempre es muy cercana al ecuador y nunca es ubicada más allá de los trópicos. De esta forma, durante el Pérmico, el norte del territorio mexicano presentó condiciones cálidas y húmedas, que permitieron el desarrollo de una diversidad de formas de vida.

Asimismo, las reconstrucciones paleogeográficas coinciden en colocar el norte del territorio mexicano como parte de Laurasia, en una región de bajas altitudes y formando parte de un extenso mar somero (Bambach *et al.*, 1980; Ziegler *et al.*, 1997). Durante el Carbonífero, este mar somero tenía continuidad hacia el norte hasta la latitud más alta del norte de América, y hacia el sur hasta Gondwana y sólo era interrumpida por algunos terrenos poco elevados. Sin embargo, como resultado de la formación de la Pangea, su extensión se redujo durante el Pérmico Medio. En este mar quedó comprendida el área de estudio.

De acuerdo con el modelo de Bambach (1990), las especies estudiadas presentan afinidad con faunas del norte de América del Pérmico Medio, correspondientes a las provincias *Cordillerana* y *Laurentia Sur* del Reino Americano. Otro modelo, propuesto por Yancey (1975), supone la existencia de tres provincias pérmicas en el norte de América; considerando dicho modelo, la fauna estudiada presenta afinidad con las provincias *Grandiana* y *Cordillerana*.

La distribución paleogeográfica de los géneros y las especies de bivalvos estudiadas en este trabajo se muestra en las **figuras 17 y 18**.

## 11. CONCLUSIONES

- Los bivalvos estudiados provienen de la lutita media de la Formación Olinalá, que corresponde a la unidad 4 de Corona-Esquivel (1981) y González-Arreola *et al.* (1994).
- Se identificaron cuatro especies: *Nuculavus levatiformis*, *Palaeoneilo mcchesneyana*, *Septimyalina burmai* y *Edmondia phosphatica*. Tres especies sólo pudieron ser determinadas a nivel de género: *Posidoniella* sp., *Bakevellia* sp., y *Leptodesma (Leptodesma)* sp.; y una se relacionó con duda al género *Cardiomorpha*.
- Las especies estudiadas confirman la edad Pérmico Medio (Guadalupeño) de la Formación Olinalá y sugieren una posible edad Roadiano para el nivel de la formación estudiado.
- Los géneros encontrados representan tres modos de vida principales: *Nuculavus*, *Palaeoneilo*, *Edmondia* y *Cardiomorpha* incluyen especies que fueron organismos móviles facultativos y formaron parte de la infauna; *Posidoniella*, *Septimyalina* y *Leptodesma* incluyen especies que vivían adheridas a diferentes sustratos

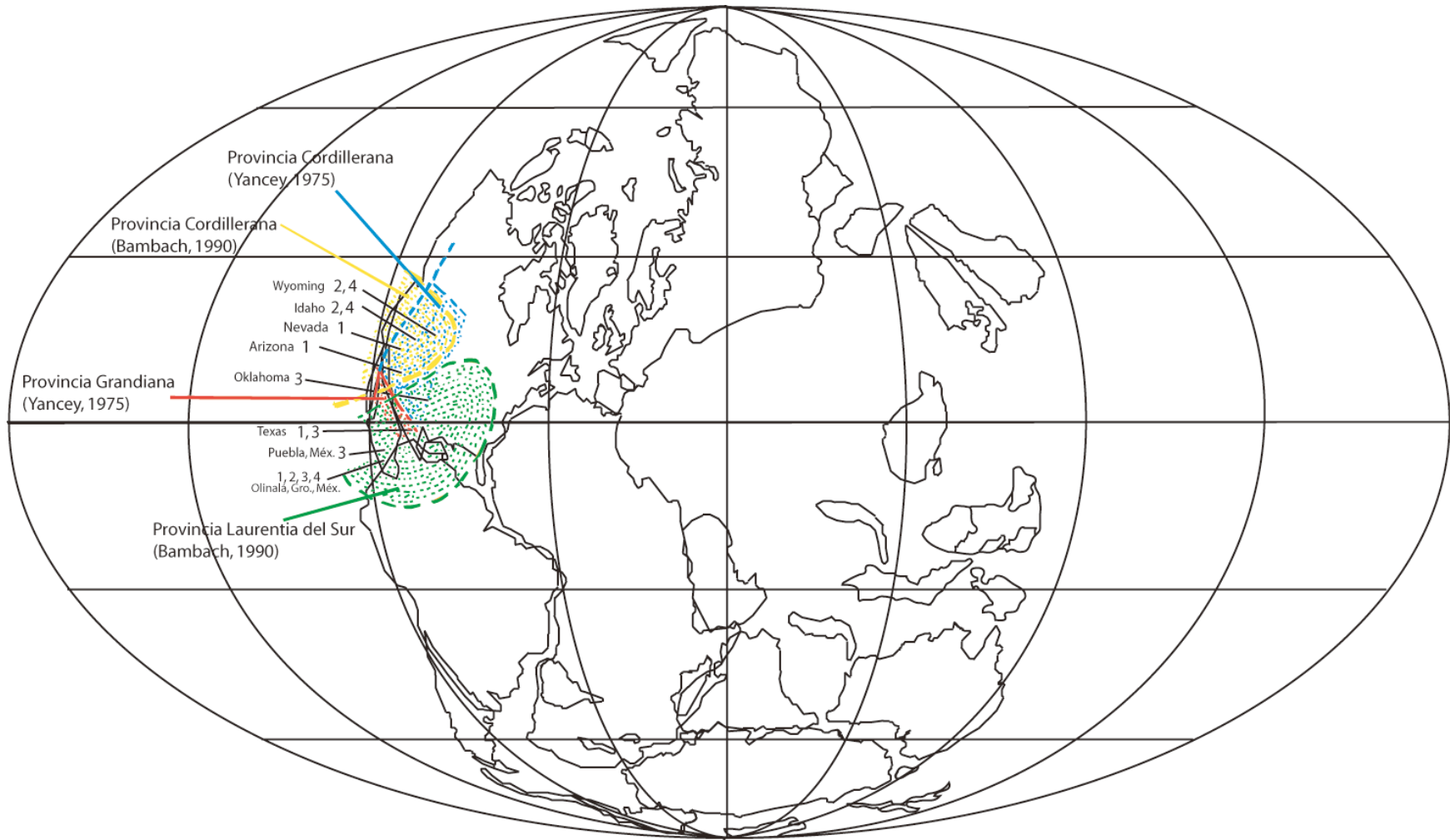
formando parte de la epifauna y *Bakevellia* es un género con especies semi-infaunales. Los cuatro últimos géneros han sido asociados comúnmente a aguas costeras y salobres. Estas diferencias ecológicas y las características particulares de las concentraciones fósiles y de la roca, indican que la lutita donde se hallaron los fósiles corresponde a un ambiente de plataforma de aguas poco profundas de baja energía, influenciado por la desembocadura de ríos.

- La afinidad que tienen las especies de bivalvos estudiadas con las faunas de la parte central y centro-oeste de Norteamérica, indica una relación con las provincias *Cordillerana* y *Laurentia Sur* como parte del *Reino Americano* de Bambach (1990), correspondiente a las provincias *Grandiana* y *Cordillerana* de Yancey (1975). Esta afinidad representa la continuidad del mar somero que cubrió la región de Olinalá, con el mar que se extendió en la parte centro-oeste del norte de América, como resultado de la formación de la Pangea.





**Figura 17.** Distribución paleogeográfica de los géneros estudiados, durante el Pérmico Medio. Los números indican el género: **1.** *Nuculavus*, **2.** *Palaeoneilo*, **3.** *Posidoniella*, **4.** *Septimyalina*, **5.** *Bakevellia*, **6.** *Leptodesma*, **7.** *Edmondia*, **8.** *Cardiomorpha*. Las áreas en las que se encuentra el registro de bivalvos corresponden a mares poco profundos. El asterisco (\*) indica que este género ya ha sido referido para la Formación Olinalá en trabajos anteriores. (Mapa base modificado de Ziegler *et al.*, 1997).



**Figura 18.** Distribución paleogeográfica de las especies estudiadas, durante el Pérmico Medio. Los números indican las especies: **1.** *Nuculavus levatiformis*, **2.** *Palaeoneilo mcchesneyana*, **3.** *Septimyalina burmai*, **4.** *Edmondia phosphatica*. Las áreas en las que se encuentra el registro de bivalvos corresponden a mares poco profundos. (Mapa base modificado de Ziegler *et al.*, 1997).

## 12. REFERENCIAS

- Adams, H., A. Adams, 1858, The genera of recent Mollusca: arranged according to their organization, v. 3, John Van Voorst, London.
- Alencáster, G., 1963, Pelecípodos del Jurásico Medio del noroeste de Oaxaca y noreste de Guerrero: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana 15, 52 p.
- Anelli, L.E., A.C. Rocha-Campos, M.G. Simões, 2002, Protobranch bivalves from the Piauí Formation (Middle Pennsylvanian), Parnaíba Basin, Brazil: Revista Española de Paleontología 17: 165-176.
- Anelli, L.E., A.C. Rocha-Campos, M.G. Simões, 2006, Pennsylvanian pteriormorphian bivalves from the Piauí Formation, Parnaíba basin, Brazil: Journal of Paleontology 80(6): 1125-1141.
- Bambach, R.K., 1990, Late Palaeozoic provinciality in the Marine Realm, *In*: W.S. McKerrow, C.R. Scotese, eds., Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography: Geological Society Memoir 12: 307-323.
- Bambach, R.K., C.R. Scotese, A.M. Ziegler, 1980, Before Pangea: The Geographies of the Paleozoic World: American Scientist 68: 26-38.
- Benavides-Muñoz, M.E., 1978, Estudio Geológico del Municipio de Cualac Estado de Guerrero: México, D. F., Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, tesis profesional, 71 pp.
- Benton, M., D. Harper, 1997, Basic palaeontology: Longman, Hong Kong, 170-193.
- Bieler, R., J.G. Carter, E.V. Coan, 2010, part. 2, Classification of Bivalve Families, *In*: Bouchet, P., J.-P. Rocroi, R. Bieler, J.G. Carter, E.V. Coan, eds., Nomenclator of bivalve families with a Classification of Bivalve Families: Malacologia 52 (2): 184 p.
- Blodgett, R.B., T.E. Moore, F. Gray, 2002, Stratigraphy and Paleontology of Permian Lower Rocks of north Cananea, northern Sonora, Mexico: Journal of South American Earth Sciences 15: 481-495.
- Boyd, D.W., N.D. Newell, 1979, Permian pelecypods of Tunisia: American Museum Novitates 2686, 22 p.
- Branson, C.C., 1948, Bibliographic index of Permian invertebrates: Geological Society of America Memoir 26, 1049 p.

- Branson, C.C., 1958, Two Mississippian species of *Conocardium*: Oklahoma Geology Notes 18: 137-142.
- Brew, D.A., M. Gordon, 1971, Mississippian stratigraphy of the Diamond Peak Area, Eureka County, Nevada: United States Geological Survey Professional Paper 661, 84 p.
- Buddington, A.F., T. Chapin, 1929, Geology and mineral deposits of southeastern Alaska: United States Geological Survey Bulletin 800, 398 p.
- Burckhardt, C., 1927, Cefalópodos del Jurásico Medio de Oaxaca y Guerrero, Boletín del Instituto Geológico de México 47, 108 p.
- Carter, J.G., D.C. Campbell, M.R. Campbell, 2000, Cladistic perspectives on early bivalve evolution, *In*: Harper, E.M., J.D. Taylor, J.A. Crame, eds., The evolutionary biology of the Bivalvia: Geological Society Special Publication 177, 494 p.
- Chamberlain, A.K., 1981, Biostratigraphy of the Great Blue Formation: Brigham Young University Geology Studies 28(3): 9-17.
- Chernyshev, B.I., 1947, Dekayi Nuculidae Donets´kogo basenyu: Akademie Nauk Ukrainskoyi RSR (Kiev), Instytut Geologichnykh Nauk, Zbirnyk prats´z paleontologiyi ta Stratigrafiyi 1: 3-19.
- Chronic, H., 1952, Molluscan fauna from the Permian Kaibab Formation, Walnut Canyon, Arizona: Geological Society of America Bulletin 63(2): 95-166.
- Ciriacks, K.W., 1963, Permian and Eotriassic bivalves of the Middle Rockies: Bulletin of the American Museum of Natural History 125 (1): 1-100.
- Clarkson, E.N.K., 1986, Paleontología de invertebrados y su evolución, Editorial Paraninfo, Madrid, España, 357 pp.
- Clifton, R.L., 1942, Invertebrate faunas from the Blaine and the Dog Creek Formations of the Permian Leonard Series: Journal of Paleontology, 16 (6): 685-699.
- Conrad, T.A., 1842, Observations on the Silurian and Devonian systems of the United States, with descriptions of new organic remains: Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 8: 828-280.
- Cooper, G.A., R.E. Grant, 1972, Permian brachiopods of west Texas, I: Smithsonian Contributions to Paleobiology 14, 231 p.

- Corona-Esquivel, R., 1978, Estudio geológico de los depósitos carboníferos de la porción noreste del estado de Guerrero: México, Distrito Federal, Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Corona-Esquivel, R., 1981, Estratigrafía de la región de Olinalá-Tecocoyunca, noreste del estado de Guerrero: Revista del Instituto de Geología 5(1): 17-24.
- Corona-Esquivel, R., 1985, Geología de la región comprendida entre Olinalá y Huamuxtitlán, Estado de Guerrero: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Tesis de Licenciatura.
- Cox, L.R., N.D. Newell, D.W. Boyd, C.C. Branson, R. Casey, A. Chavan, A.H. Coogan, C. Dechaseaux, C.A. Fleming, F. Haas, L.G. Hertlein, E.G. Kauffman, A.M. Keen, A. LaRocque, A.L. McAlester, R.C. Moore, C.P. Nuttall, B.F. Perkins, H.S. Puri, L.A. Smith, T. Sooth-Ryen, H.B. Stenzel, E.R. Trueman, R.D. Turner, J. Weir, 1969, Treatise on Invertebrate Paleontology, part N Mollusca 6 Bivalvia: The Geological Society of America and The University of Kansas Press, USA.
- Dall, W.H., 1889, On the hinge of pelecypodes and its development, with an attempt toward a better subdivision of the group: American Journal of Science 38: 445-462.
- Dickins, J.M., 1999, Mid-Permian (Kubergandian-Murgabian) bivalves from the Khuff Formation, Oman: implications for world events and correlation: Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia 105(1): 23-36.
- Elias, M.K., 1957, Late Mississippian fauna from the Redoak Hollow Formation of southern Oklahoma, part III. Pelecypoda: Journal of Paleontology 31(4): 737-784.
- Erben, H.K., 1956a, El Jurásico Inferior de México y sus amonitas: XX Congreso Geológico Internacional, México, D. F.
- Erben, H.K., 1956b, El Jurásico Medio y el Caloviano de México: XX Congreso Geológico Internacional, México, D. F., Monografía, 140 p.
- Esquivel-Macías, C., 1996, Invertebrados del Paleozoico Tardío de las regiones de Olinalá, Gro. y Patlanoaya, Pue.: México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, tesis de maestría, 82 pp.
- Esquivel-Macías, C., 2000, Braquiópodos y crinoides del Paleozoico Tardío de las Formaciones Olinalá, Gro.; Patlanoaya y Cuxtepeque, Pue.: México D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, tesis de doctorado, 124 pp.

- Esquivel-Macías, C., F. Solís-Marín, B.E. Buitrón-Sánchez, 2004, Nuevos registros de placas columnares de crinoideos (Echinodermata, Crinoidea) del Paleozoico Superior de México, algunas implicaciones paleobiogeográficas y paleoambientales: *Coloquios de Paleontología* 54: 15-23.
- Fang, Z.J., 1987, Bivalves from the Upper part of the Permian in southern Hunan, China: *Collection of Postgraduate Theses of the Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica* (1): 349-411.
- Flores de Dios, A., 1986, Estratigrafía de la Montaña de Guerrero entre los límites con Puebla y Oaxaca: Tesis profesional IPN-ESIA, 85 pp.
- Flores de Dios, A., B.E. Buitrón, 1982, Revisión y aportes a la estratigrafía de la Montaña de Guerrero: *Universidad Autónoma de Guerrero, Serie Técnico-Científica* 12, 28 p.
- Flores de Dios, A., D. Vachard, B.E. Buitrón, 2000, La cubierta sedimentaria pérmica superior (formaciones Olinalá, Ihualtepec y Yododeñe) de los terrenos Zapoteco y Mixteco, evolución sedimentológica e interpretaciones paleogeográficas (resumen), *en: II Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Puerto Vallarta, Jalisco, México: GEOS, Unión Geofísica Mexicana, resúmenes y programa* 20(3): 21-22.
- Frech, F., 1891, Die devonischen Aviculiden Deutschlands, ein Beitrag zur Systematik und Stammesgeschichte der Zweischaler: *Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und Thüringischen Staaten* 9, 253 p.
- Fries, C.Jr., 1960, Geología del estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México: *Universidad Nacional Autónoma de México, Boletín del Instituto de Geología* 60, 236 p.
- García-Díaz, J.L., T. Marc, M.F. Campa-Uranga, L. Henriette, 2000, Las Ignimbritas de Olinalá, Guerrero (Sierra Madre del Sur): Testigos de un margen activo continental pacífico durante el Triásico?-Jurásico Medio: *2ª Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, GEOS-Resúmenes y programa* (20)3: 329-330.
- Garibay-Romero, L.M., 2000, Nuevos amonitas pérmicos de la Formación Olinalá-Los Arcos, Olinalá, Gro., México (resumen): *2ª Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Puerto Vallarta, Jalisco, México: GEOS, Unión Geofísica Mexicana, resúmenes y programa* 20(3): 299.
- Geinitz, H.B., 1866, Carbonformation und Dyas in Nebraska: *Kaiserliche deutsche Akademie Naturforscher zu Halle, Nova Acta Leopoldina, Dresden, Verhandlung* 33, 91 p.

- Girty, G.H., 1910a, The fauna of the phosphate beds of the Park City Formation in Idaho, Wyoming and Utah: United States Geological Survey Bulletin 436, 82 p.
- Girty, G.H., 1910b, New genera and species of Carboniferous fossils from the Fayetteville shale of Arkansas: Annals of the New York Academy of Sciences, 20(3) part 2:189-238.
- Goldfuss, G.A., 1833-1840, Petrefacta Germaniae: Arus and Company, 312 p.
- González-Arreola, C., A.B. Villaseñor-Martínez, R. Corona-Esquivel, 1994, Permian fauna of the Los Arcos Formation, Municipality of Olinalá, State of Guerrero, Mexico: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 11(2): 214-221.
- Gray, J.E., 1824, Conchological observations, being an attempt to fix the study of conchology on a firm basis: The Zoological Journal 1(2): 204-223.
- Gray, J.E., 1847, A list of the genera of Recent Mollusca, their synonyms and types: Proceedings of the Zoological Society of London 15: 129-219.
- Guzmán, E.J., 1950, Geología del noreste de Guerrero: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros 2: 95-156.
- Hall, J., 1883, Lamellibranchiata, plates and explanations: Natural History of New York Palaeontology 5 (1), Geological Survey of New York, 20 p.
- Hall, J., 1885, Lamellibranchiata II, descriptions and figures of the Dimyaria of the Upper Helderberg, Hamilton, Portage and Chemung groups: New York Geological Survey Paleontology 5, pt. 1, p. 269-562, pls. 34-80, 93-96.
- Hall, J., R.P. Whitfield, 1869, Preliminary notice of the lamellibranchiate shells of the upper Helderberg, Hamilton and Chemung groups, with others from the Waverly sandstones, part. 2, 80 p.
- Harker, P., R. Thorsteinsson, 1960, Permian rocks and faunas of Grinnell Peninsula, Arctic Archipelago: Geological Survey of Canada Memoir 309, 89 p.
- Hind, W., 1896-1900, A monograph of the British Carboniferous Lamellibranchiata, 1. (1898): 1 (3): Nuculidae, Trigonidae, Unionidae, Edmondidae: Monograph of the Palaeontographical Society 52: 209-276.
- Hoare, R.D., 1961, Desmoinesian Brachiopoda and Mollusca from southwest Missouri: Missouri University Studies 36, 262 p.
- Hoare, R.D., 1993, Mississippian (Chesterian) bivalves from the Pennsylvanian Stratotype area in West Virginia and Virginia: Journal of Paleontology 67 (3): 374-396.

- Hoare, R.D., M.T. Sturgeon, E.A. Kindt, 1978, New Pennsylvanian bivalves and occurrences of *Pseudoconocardium* from Ohio and West Virginia: *Journal of Paleontology* 52(5):1023-1036.
- Hoare, R.D., M.T. Sturgeon, E.A. Kindt, 1979, Pennsylvanian marine Bivalvia and Rostroconchia of Ohio: *Ohio Geological Survey Bulletin* 67, 77 p.
- Hoare, R.D., M.J. Heaney III, R. H. Mapes, 1989, Bivalves (Mollusca) from the Imo Formation (Mississippian, Chesterian) of North-Central Arkansas: *Journal of Paleontology* 63 (5): 582-603.
- Isaacson, P., T. Dutro, 1999, Lower Carboniferous brachiopods from Sierra de Almeida, northern Chile: *Journal of Paleontology* 73 (4): 625-633.
- Jenny, H., 1933, Geological reconnaissance survey of the northeastern part of the state of Guerrero: *Compañía de Petróleo El Águila S. A. (informe inédito)*.
- Jiménez-Rentería, J., J. Rueda-Gaxiola, 2002, Reestructuración formal de los Grupos Consuelo y Tecocoyunca (*sensu* Jorge Jiménez-Rentería), con base en el estudio palinoestratigráfico de las formaciones Conglomerado Prieto y Conglomerado Cualac de la Cañada de Rosario Nuevo, Tezoatlán, Oaxaca (resumen), *en* Tercera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Puerto Vallarta, Jalisco, México: GEOS; Unión Geofísica Mexicana, Resúmenes y Programa, p. 156.
- Juárez-Arriaga, E., 2006, Marco de Estratigrafía de Secuencias para la Sucesión Sedimentaria Terrígeno-Carbonatada del Paleozoico Superior del área de Olinalá, Guerrero, México: México D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, tesis de maestría, 93 pp.
- Kelly, S.R., P.A. Doubleday, C.H. Brunton, J.M. Dickins, G.D. Sevastopulo, P.D. Taylor, 2001, First Carboniferous and ?Permian marine macrofaunas from Antarctica and their tectonic implications: *Journal of the Geological Society of London* 158(2): 219-232.
- Kidwell, S.M., F.T. Fürsich, T. Aigner, 1986, Conceptual Framework for the Analysis and Classification of Fossil Concentrations: *Palaios* 1, p. 228-238.
- King, W., 1844, On a new genus of Palaeozoic shells: *Annals and Magazine of Natural History* 14(92): 313-317.
- King, W., 1848, A catalogue of the organic remains of the Permian rocks of Northumberland and Durham, Newcastle upon Tyne.
- King, W., 1850, A monograph of the Permian fossils of England: *Palaeontographical Society XXXVIII*, 258 p.



- Koninck, L.G. de, 1841-1844, Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain carbonifère de Belgique: iv, 650 p.
- Koninck, L.G. de, 1885, Faune du calcaire carbonifère de la Belgique: Lamellibranches: Musée Royale d'Histoire Naturelle Belgique Annales, Série Paléontologique 10, 283 p.
- Kues, B.S., 1995, Marine Fauna of the Early Permian (Wolfcampian) Robledo Mountains Member, Hueco Formation, Southern Robledo Mountains, New Mexico, *In*: Lucas, S.G., A.B. Heckert, eds., Early Permian footprints and facies: New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin 6: 63-90.
- Lee, T., G.H. Girty, 1909, The Manzano Group of the Rio Grande Valley: United States Geological Survey Bulletin 389, 120 p.
- Linnaeus, C., 1758, Systema Naturae per Regna Tria Naturae, secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis. Tomus I: Laurentii Salvii, Holmiae (Stockholm), 823 p.
- Logan, A., 1967, The Permian bivalvia of northern England: Palaeontographical Society Monographs 121, 72 p.
- López-Palomino, I., 2008, Tecocoyunca, grupo (Zorrillo, Taberna, Simón, Otatera y Yucuñuti)...Jurásico Medio (Bajociano-Calloviano), *en*: Léxico Estratigráfico Mexicano, disponible en la página del Servicio Geológico Mexicano: [www.sgm.gob.mx](http://www.sgm.gob.mx)
- Marcou, J., 1858, Geology of North America with two reports on the Prairies of Arkansas and Texas, the Rocky Mountains of New Mexico, and the Sierra Nevada of California: Zürcher and Furrer, 144 p.
- Martinell, J. (coord.), A. Checa, R. Domènech, C. Gili, F. Olóriz, F.J. Rodríguez-Tovar, 2009, Moluscos, *en*: Martínez, M.L., P. Rivas, eds., Paleontología de Invertebrados: Sociedad Española de Paleontología, España.
- Mayou, T.V., 1967, Paleontology of the Permian Loray Formation in White Pine County, Nevada: Brigham Young University Research Studies, Geology Series 14: 101-122.
- McAlester, A.L., 1969, Family Praenuculidae, *In*: Cox, L.R., N.D. Newell, C.C. Branson, R. Casey, A. Chavan, A.H. Coogan, C. Dechaseaux, C.A. Fleming, F. Haas, L.G. Hertlein, A.M. Keen, A. Laroque, A.L. McAlester, B.F. Perkins, H.S. Puri, L.A. Smith, T. Soot-Ryen, H.B. Stenzel, R.D. Turner, J. Weir, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, Mollusca 6 (Bivalvia), N229, University of Kansas Press and Geological Society of America, USA.

- Meek, F.B., 1864, Remarks on the family Pteriidae (=Aviculidae) with descriptions of some new fossil genera: *The American Journal of Science and Arts*, ser. 2, 37: 212-220.
- Meek, F.B., F.V. Hayden, 1858, Descriptions of new organic remains collected in Nebraska territory...together with some remarks on the geology of the Black Hills and portions of the surrounding country: *Proceedings of the National Academy of Sciences Philadelphia* 8: 70-72.
- Melo, J.H., 1988, The Malvinokaffric realm in the Devonian of Brazil, *In: McMillan, N.J., A.F. Embry, and D.J. Glass, eds., Devonian of the World, Vol. I. Canadian Society of Petroleum Geologists, Calgary, Alberta, Canada*, p. 669-703.
- Miller, S.A., 1877, *The American Palaeozoic fossils: publicado por el autor, Cincinnati, Ohio*, xv + 253 p.
- Miller, S.A., 1889, *North American geology and palaeontology*, 664 p.
- Moore, D., 1958, The Yoredale Series of Upper Wensleydale and adjacent parts of North-West Yorkshire: *Proceedings of the Yorkshire Geological Society* 31(2):91-148.
- Morningstar, H., 1922, Pottsville fauna of Ohio: *Ohio Geological Survey Bulletin* 25, 312 p.
- Morsch, S.M., 1986, Bivalves (Mollusca) na Formacao Ponta Grossa (Bacia do Parana-Devoniano), *Revisao Sistemática: Anais da Academia Brasileira de Ciencias* 58(3):403-431.
- Mudge, M.R., E.L. Yochelson, R.C. Douglas, H. Duncan, H.L. Strimple, M. Gordon, D.H. Dunkler, 1962, *Stratigraphy and Paleontology of Uppermost Pennsylvanian and Lowermost Permian rocks in Kansas: Geological Survey Professional Paper* 323.
- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature (NACSN), 2005, *North American Stratigraphic Code: American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 89(11): 1547-1591.
- Newell, N.D., 1942, Late Paleozoic Pelecypods: Mytilacea: *University of Kansas Publications* 10 part 2, 80 p.
- Newell, N.D., 1965, Classification of the Bivalvia: *American Museum Novitates*, 2206, 25 p.
- Newell, N.D., J. Chronic, T.G. Roberts, 1953, Upper Paleozoic of Peru: *The Geological Society of America Memoir* 58, 276 p.

- Ochoterena-Fuentes, H., 1966, Amonitas del Jurásico medio de México: *Paleontología Mexicana* 23, 18 p.
- Ordoñez, E., 1906, Las rocas arcaicas de México: *Sociedad Científica Antonio Alzate Memorias* 22: 315-331.
- Ortega-Gutiérrez, F., 1978, Estratigrafía del Complejo Acatlán en la Mixteca Baja, estados de Puebla y Oaxaca: *Universidad Nacional Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología* 2: 112-131.
- Ortega-Gutiérrez, F., 1993, Tectonostratigraphic analysis and significance of the Paleozoic Acatlán Complex of southern Mexico, *In: Ortega-Gutiérrez, F., E. Centeno-García, D.J. Morán-Zenteno, A. Gómez-Caballero, eds., Terrane geology of southern Mexico, First Circum-Atlantic Terrane Conference, Guidebook of field trip B: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología*, 54-60.
- Ortega-Gutiérrez, F., M. Elías-Herrera, M. Reyes-Salas, C. Macías-Romero, R. López, 1999, Late Ordovician-Early Silurian continental collisional orogeny, *In: Southern Mexico and its Bearing on Gondwana-Laurentia connections: Geology* 27(8): 719-722.
- Ortega-Obregón, C., J.D. Keppie, J.B. Murphy, 2010, Geochemistry of Carboniferous low metamorphic grade sedimentary and tholeiitic igneous rocks in the western Acatlán complex, southern México: deposition along the active western margin of Pangea: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 27(2): 238-253.
- Phillips, J., 1836, *Illustrations of the geology of Yorkshire, part. 2, the Mountain Limestone District*, London, John Murray, 253 p.
- Pojeta, J.Jr., 1969, Revision of some of Girty's invertebrate fossils from the Fayetteville shale (Mississippian) of Arkansas and Oklahoma-Pelecypods: *Geological Survey Professional Paper* 606-C.
- Pojeta, J.Jr., B. Runnegar, J. Peel, M.Jr. Gordon, 1987, Phylum Mollusca, *in: Boardman, R.S., A.H. Cheetham, A.J. Rowell, eds., Fossil Invertebrates: Blackwell Scientific Publications, USA*, p. 270-435.
- Posenato, R., P. Pelikán, K. Hips, 2005, Bivalves and Brachiopods near the Permian-Triassic boundary from the Bükk Mountains (Bálvány-North Section, northern Hungary): *Rivista Italiana di Paleontología e Stratigrafia* 111(2): 215-232.
- Prothero, D.R., F. Schwab, 2004, *Sedimentary Geology: an introduction to sedimentary rocks and stratigraphy*, 2nd edition: W.H. Freeman and Company, New York, USA, 557 p.
- Quezada-Muñetón, M., 1970, Prospecto Huamuxtitlán, Estado de Guerrero: *Petróleos Mexicanos Informe Geológico* 561 (inédito).

- Quiroz-Barroso, S.A., M. del C. Perrilliat, 1998, Pennsylvanian bivalves from the Ixtaltepec Formation, Mexico: *Journal of Paleontology* 72(6): 1011-1024.
- Quiroz-Barroso, S.A., F. Sour-Tovar, E. Centeno-García, 2012, Gasterópodos y bivalvos cisularianos (Pérmico inferior) de Otlamalacata, Hidalgo, México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 29(1): 158-178.
- Reed, F.R., 1932, New fossils from the agglomerate Slate of Kashmir: *Palaeontological Indica, Memoirs of the Geological Survey of India, new. ser.* 20(1), 79 p.
- Runnegar, B., N.D. Newell, 1974, *Edmondia* and the Edmondiacea Shallow-Burrowing Paleozoic Pelecypods: *American Museum Novitates* 2533, 19 p.
- Salas, G.P., 1949, Bosquejo Geológico de la cuenca sedimentaria de Oaxaca: *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros* 2: 79-156.
- Sampelayo, P., A. Sampelayo, 1947, Fauna Carbonífera de Villablino (León): *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 17:3-24.
- Santamaría-Díaz, A., S.A. Alaníz-Álvarez, A.F. Nieto-Samaniego, 2008, Deformaciones cenozoicas en la cobertura de la falla Caltepec en la región de Tamazulapam, sur de México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 5(3): 494-516.
- Silva-Pineda, A., B.E. Buitrón, A. Flores de Dios, 1998, Biota (continental y marina) del Pérmico de la región de Olinalá, estado de Guerrero (resumen): en *Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Puerto Vallarta, Jalisco, México: GEOS, Unión Geofísica Mexicana, resúmenes y programa*, 55 p.
- Silva-Pineda, A., B.E. Buitrón, A. Flores de Dios, 2000, Presencia de coníferas en el Pérmico (Leonardiano) de Calnali, Hidalgo; Patlanoaya, Puebla; y Olinalá, Guerrero (resumen) en: *2ª Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Puerto Vallarta, Jalisco, México: GEOS, Unión Geofísica Mexicana, resúmenes y programa* 20(3), 298-299.
- Sour-Tovar, F., S.A. Quiroz-Barroso, S.P. Applegate, 2000, Presence of *Helicoprion* (Chondrichthyes, Elasmobranchii) in the Permian Patlanoaya Formation, Puebla, Mexico: *Journal of Paleontology* 74(2): 363-366.
- Sour-Tovar, F., E. Juárez-Arriaga, G. Murillo-Muñetón, 2009, Nuevos braquiópodos para el Pérmico del área de Olinalá, Guerrero, México: *XI Congreso Nacional de Paleontología*.
- Sowerby, J., 1823-1825, *The mineral conchology of Great Britain; or coloured figures and descriptions of those remains of testaceous animals or shells, which have been preserved at various times and depths in the earth: London, Vol. 5., 168 p.*

- Sowerby, J., 1829, The mineral conchology of Great Britain; or coloured figures and descriptions of those remains of testaceous animals or shells, which have been preserved at various times and depths in the earth: London, Vol. VI, 250 p.
- Stanley, S.M., 1970, Relation of Shell Form to Life Habits of the Bivalvia (Mollusca): Geological Society Memoir 125, 256 p.
- Sterren, A.F., 2000, Moluscos bivalvos en la Formación Río del Peñón, Carbonífero tardío-Pérmico temprano, provincia de La Rioja: Ameghiniana, 37(4): 421-438.
- Sterren, A.F., 2004, Bivalvos pérmicos de la Formación Tupe en la quebrada de La Herradura, provincia de San Juan: Ameghiniana, 41(1):57-74.
- Termier, H., G. Termier, 1959, Les Lamellibranches du Djebel Tebaga: Bulletin de la Société Géologique de France, ser. 7, 1(3): 277-282.
- Vachard, D., A. Oviedo, A. Flores de Dios, R. Malpica, P. Brunner, M. Guerrero, B.E. Buitrón, 1993, Barranca d'Olinalá (Guerrero): Une coupe de référence pour le Permien du Mexique central; étude préliminaire: Annales de la Société Géologique du Nord 2: 155-162.
- Vachard, D., A. Flores de Dios, B.E. Buitrón, 2004, Guadalupian and Lopingian (Middle and Late Permian) deposits from Mexico and Guatemala, a review with new data: Geobios, 37: 99-115.
- Waage, K.M., 1964, Origin of Repeated Fossiliferous Concretion Layers in the Fox Hills Formation: Kansas Geological Survey Bulletin 169: 541-563.
- Walcott, Ch.D. 1884, Paleontology of the Eureka District: United States Geological Survey Monograph 8, 298 p.
- Weihong, H., Q. Feng, E.A. Weldon, S. Gu, Y. Meng, F. Zhang, S. Wu, 2007, A Late Permian to Early Triassic Bivalve fauna from the Dongpan Section, Southern Guangxi, South China: Journal of Paleontology, 81 (5): 1009-1019.
- Werre-Keeman, F., 1977, Proyecto de exploración integral del Plan de la Montaña, primera fase: Consejo de Recursos Minerales, Seminario Interno sobre Exploración Geológico Minera 6, p 69-96.
- Winters, S.S., 1963, Supai Formation (Permian) of eastern Arizona: Geological Society of America Memoir 89, 99 p.
- Wolfenden, E.B., 1958, Paleoecology of the Carboniferous reef complex and shelf limestones in the northwest Derbyshire, England: Bulletin of the Geological Society of America 69: 871-898.

- Woodward, S.P., 1854, A manual of the Mollusca: Crosby Lockwood and Co., 518 p.
- Yancey, T.E., 1969, A molluscan faunal assemblage from the Arcturus Formation, Nevada: *PaleoBios* 8, 20 p.
- Yancey, T.E., 1975, Permian marine biotic provinces in North America: *Journal of Paleontology* 49(4): 758-766.
- Yancey, T.E., 1978, Brachiopods and Molluscs of the Lower Permian Arcturus Group, Nevada and Utah, part 1: brachiopods, scaphopods, rostroconchs, and bivalves: *Bulletins of American Paleontology* 74(303): 257-367.
- Yancey, T.E., C.H. Stevens, 1981, Early Permian fossil communities in northeastern Nevada and northwestern Utah, *In*: Gray, J., A.J. Boucot, W.B.N. Berry, eds., *Communities of the Past*: Hutchinson Ross Publishing Co., Stroudsburg, Pennsylvania, pp. 243-268.
- Zhang, R., J. Pojeta, 1986, Devonian sections in Guangxi from which pelecypods were collected. Devonian rocks and Lower and Middle pelecypods of Guangxi, China and the Traverse Group of Michigan: United States Geological Survey Professional Paper 1394-E: 33-43
- Zhao, J.M., Z.X. Cheng, 1988, A tabulate coral from the Lower Permian Toeling Formation at Douling of Changning County, Hunan, China: *Acta Palaeontologica Sinica* 27: 650-652.
- Ziegler, A.M., M.L. Hulver, D.B. Rowley, 1997, Permian world topography and climate, *In*: Martini, I.P., ed., *Late glacial and postglacial environmental changes: Quaternary, Carboniferous-Permian and Proterozoic*: Oxford University, p. 111-146.

### 12.1. Recursos de Internet

- Dillon, T., 2003, Bivalvia, dentro de la página de Internet: <http://paleo.gly.bris.ac.uk/palaeofiles/fossilgroups/bivalvia/Gills.html> (Consultado el 15 de octubre de 2011).
- [www.paleodb.org](http://www.paleodb.org) (Base de datos de la Paleobiology Database; consultada en distintas fechas).
- <http://paleo.cortland.edu/tutorial/Bivalves/bivalvia.htm>. (Autor: Roger M. Wells Jr.; consultada el 15 de octubre de 2011).

**LÁMINAS**

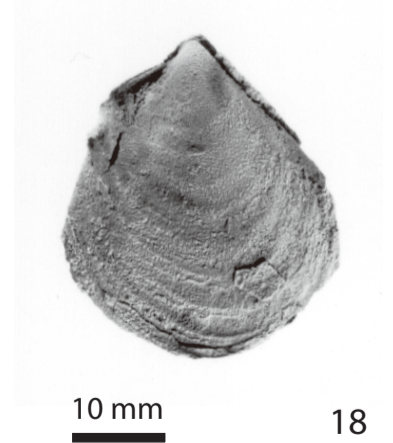
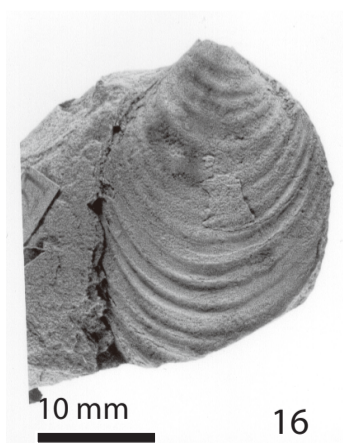
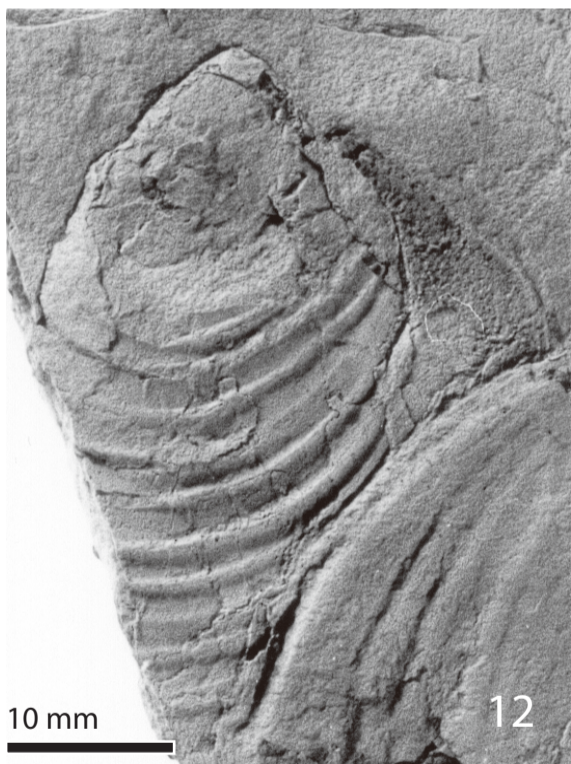
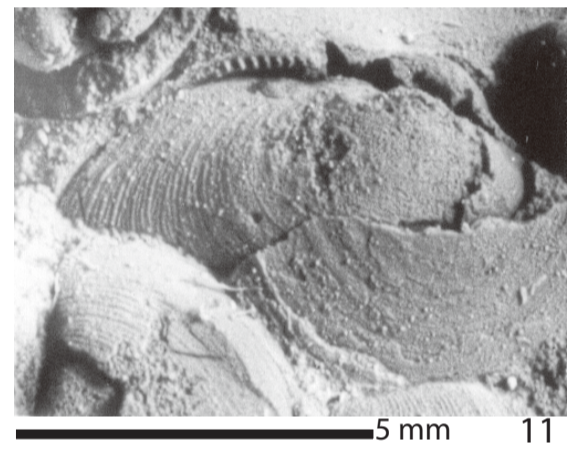
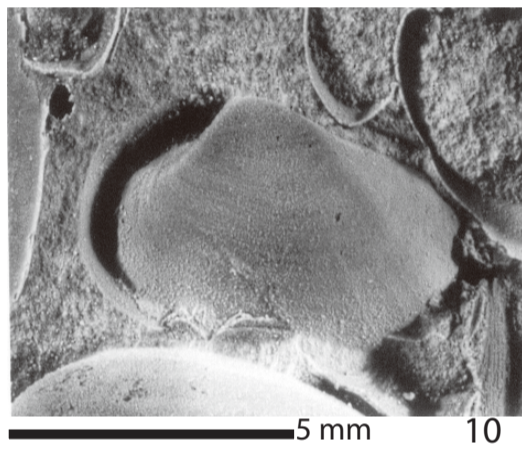
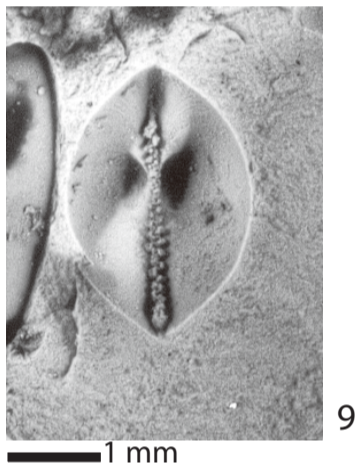
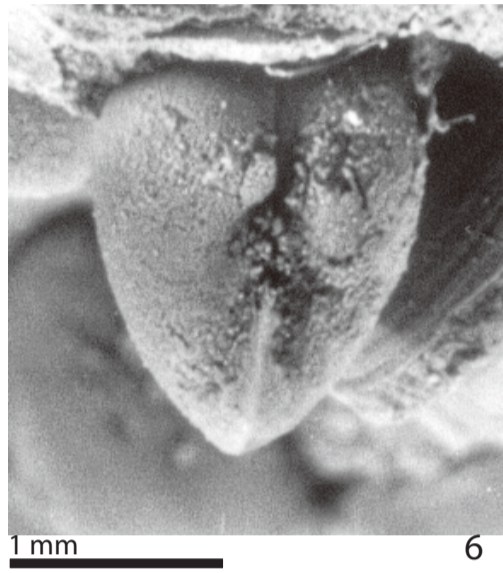
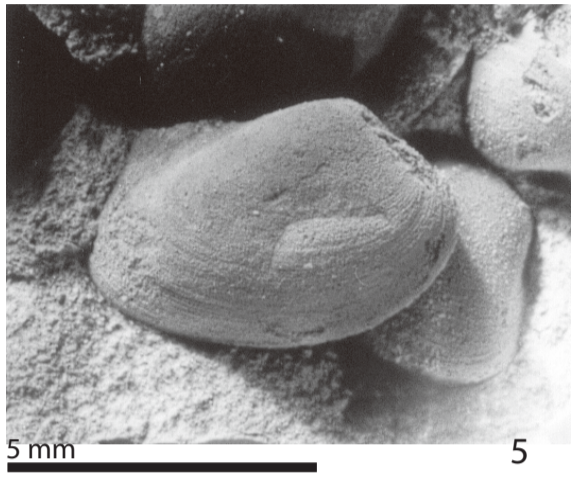
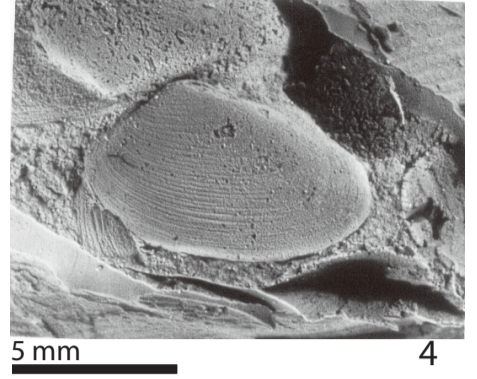
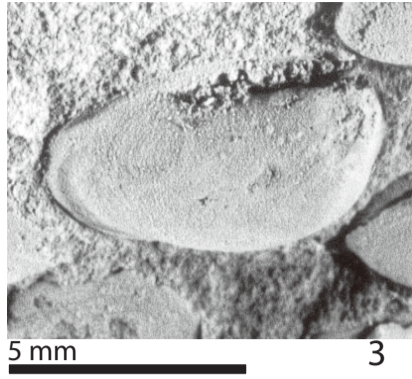
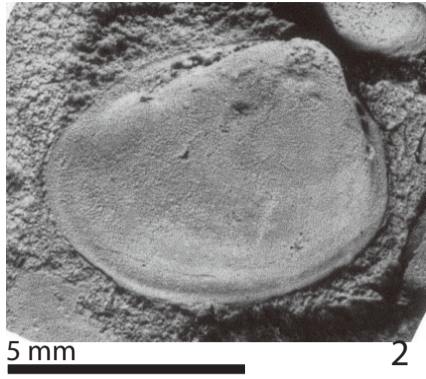
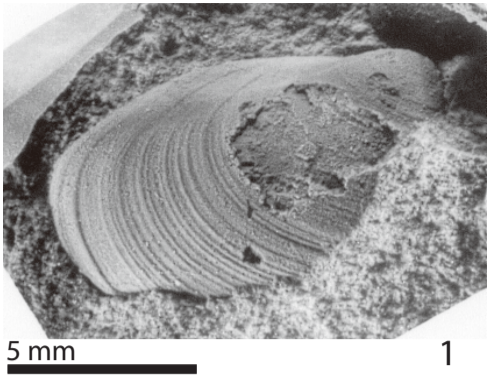
## LÁMINA 1

**Figuras 1-3.** *Nuculavus levatiformis*. **1**, molde externo de silicón de una valva izquierda. **2**, **3**, molde interno de una valva izquierda y vista lateral del mismo ejemplar en la que se observa la dentición taxodonta, ejemplar FCMP841.

**Figuras 4-11.** *Palaeoneilo mcchesneyana*. **4**, molde externo de silicón de la valva derecha, ejemplar FCMP849. **5**, vaciado de un molde externo de silicón de una valva izquierda, ejemplar FCMP845. **6**, vista posterodorsal de un vaciado de silicón, ejemplar FCMP846. **7**, vista dorsal, vaciado de silicón, ejemplar FCMP847. **8**, vista dorsal de un vaciado de silicón, ejemplar FCMP848. **9**, vista dorsal de un molde externo negativo, se observa la dentición taxodonta, ejemplar FCMP850. **10**, molde externo de silicón de una valva derecha, ejemplar FCMP843. **11**, molde de silicón de valva izquierda en el que se observa la dentición taxodonta, ejemplar FCMP844.

**Figuras 12-18.** *Posidoniella* sp. **12**, molde externo de una valva izquierda, ejemplar FCMP851. **13**, molde externo de silicón de una valva izquierda, ejemplar FCMP853. **14**, molde externo de una valva izquierda, ejemplar FCMP862. **15**, molde externo de una valva izquierda, ejemplar FCMP863. **16**, molde externo de una valva izquierda, ejemplar FCMP854. **17**, molde externo de una valva derecha, ejemplar FCMP855. **18**, molde externo de una valva izquierda, ejemplar FCMP856.





## LÁMINA 2

**Figuras 1, 2.** *Posidoniella* sp. **1**, fragmento del margen ventral, ejemplar FCMP864. **2**, fragmentos de dos valvas, ejemplar FCMP852.

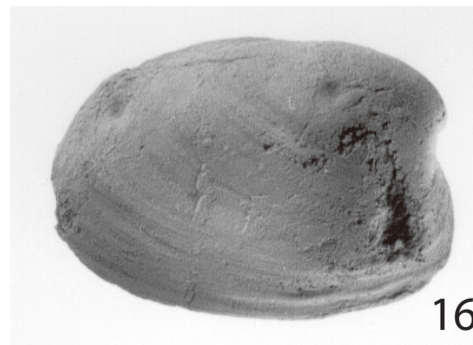
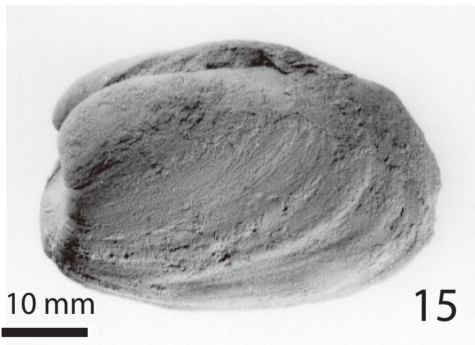
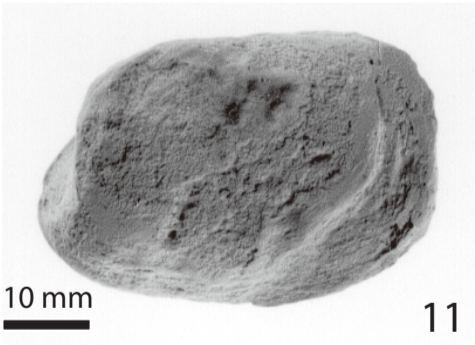
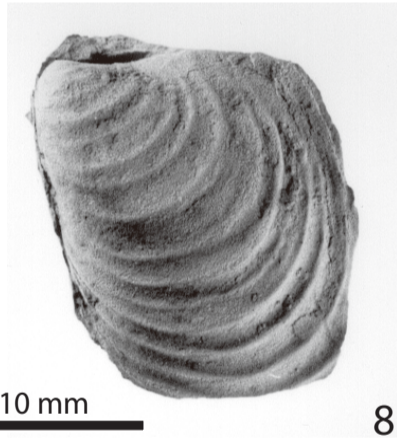
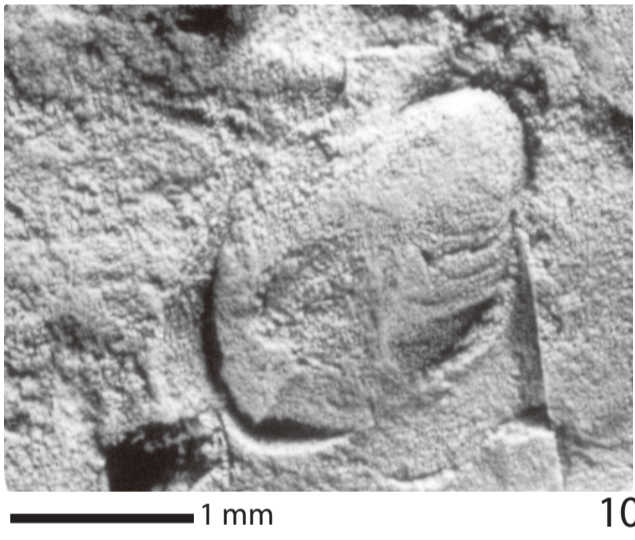
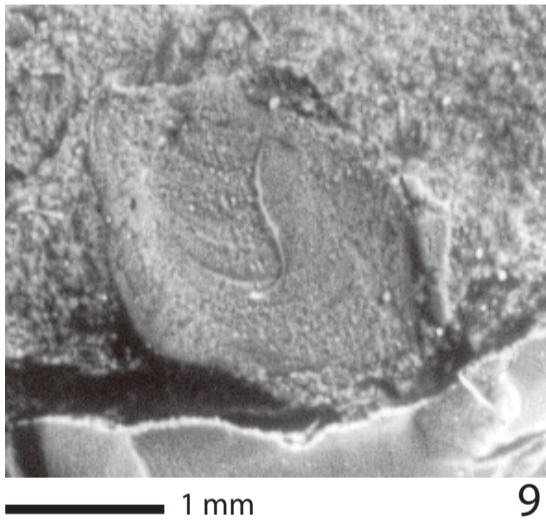
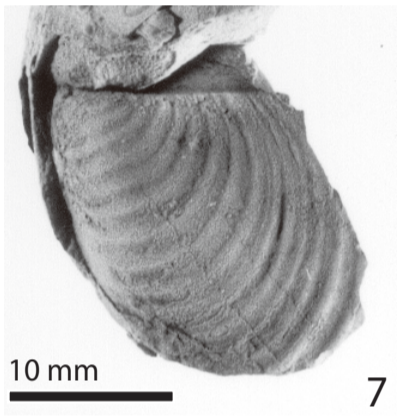
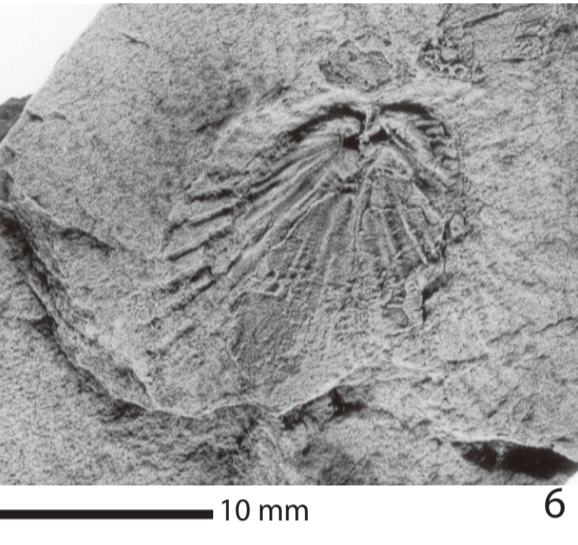
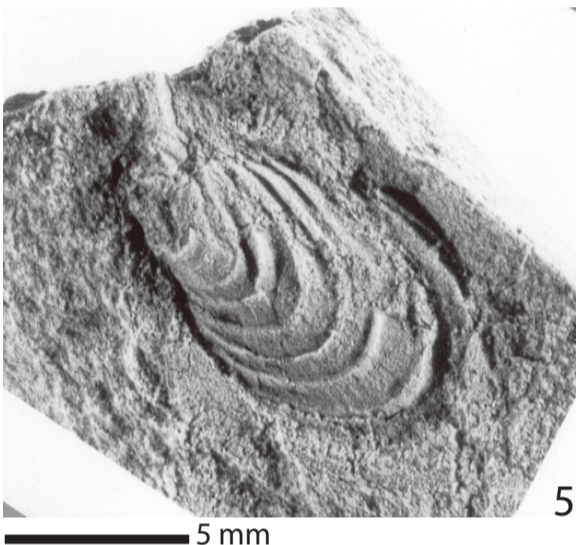
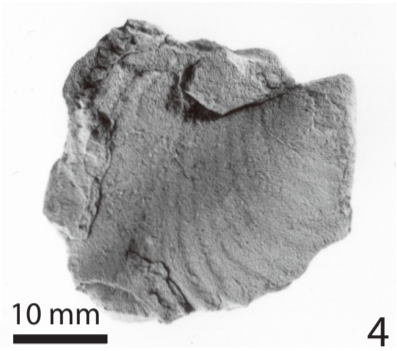
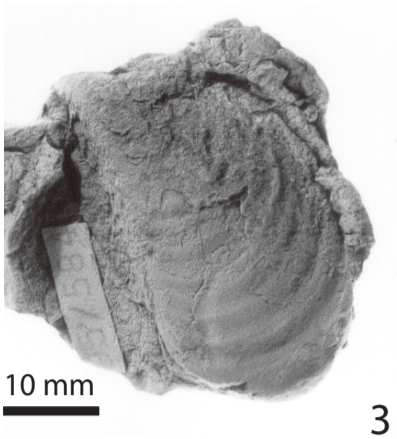
**Figuras 3-8.** *Septimyalina burmai*. **3,4**, moldes externos de valva izquierda y derecha, articuladas pero abiertas en forma de mariposa, ejemplar FCMP879. **5**, molde externo de valva izquierda juvenil, ejemplar FCMP871. **6**, molde externo, vista anterior de ambas valvas articuladas, pero abiertas y deformadas, ejemplar FCMP880. **7**, molde externo de una valva izquierda, ejemplar FCMP872. **8**, molde externo de una valva izquierda, ejemplar FCMP873.

**Figura 9.** *Bakevellia* sp. Molde externo de una valva izquierda, ejemplar FCMP881.

**Figura 10.** *Leptodesma* (*Leptodesma*) sp. Molde compuesto imperfecto de una valva derecha, ejemplar FCMP882.

**Figuras 11-18.** *Edmondia phosphatica*. **11**, valva izquierda. **12**, valva derecha. **13**, vista dorsal. **14**, vista anterior, ejemplar FCMP883. **15**, valva izquierda. **16**, valva derecha, **17**, vista dorsal, **18**, vista anterior, ejemplar FCMP885.

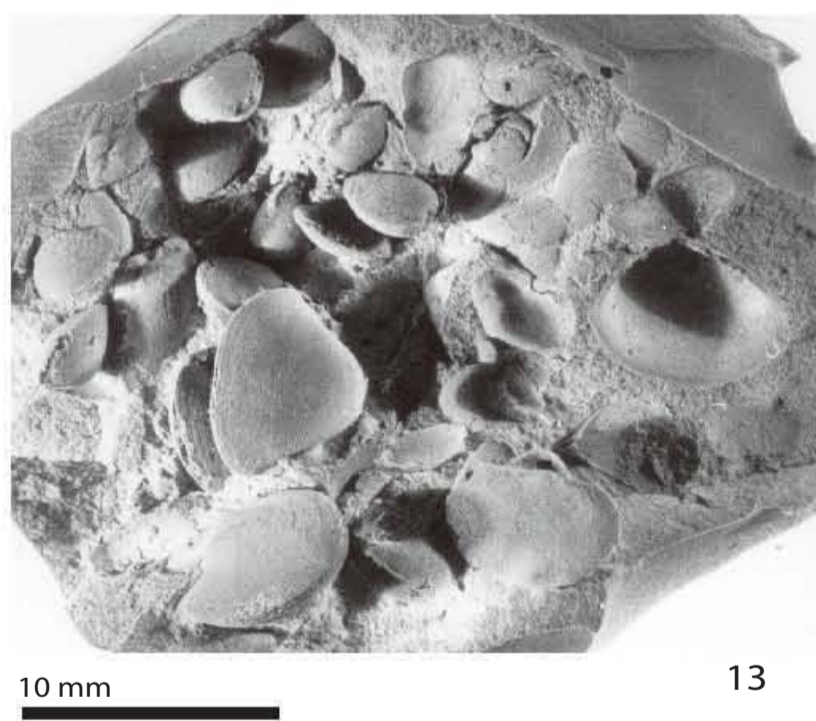
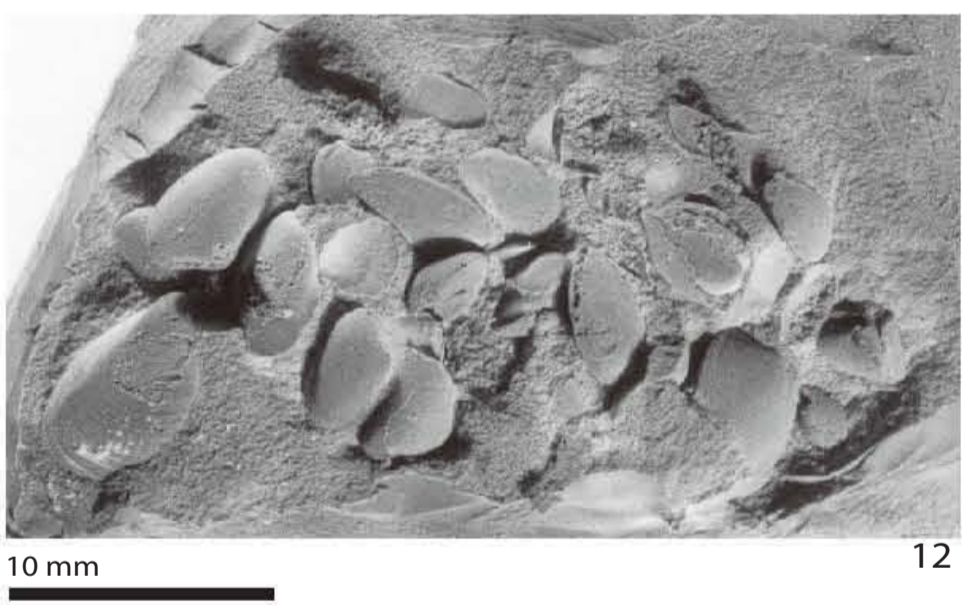
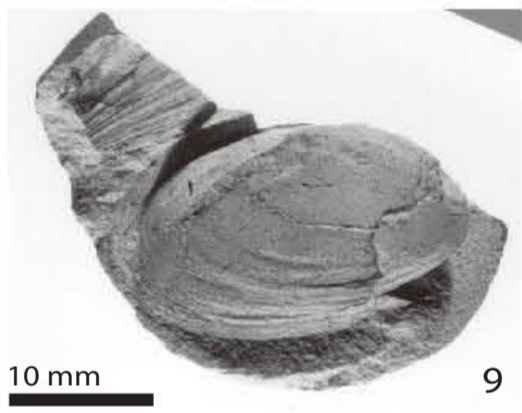
LÁMINA 2



### LÁMINA 3

**Figuras 1-11.** *Cardiomorpha* sp. **1**, valva izquierda. **2**, valva derecha. **3**, vista dorsal. **4**, vista anterior, ejemplar FCMP888. **5**, valva izquierda. **6**, valva derecha. **7**, vista dorsal. **8**, vista anterior, ejemplar FCMP894. **9**, valva derecha, ejemplar FCMP896. **10**, valva izquierda, ejemplar FCMP892. **11**, valva derecha, ejemplar FCMP893.

**Figuras 12, 13.** Concreciones con conchas pequeñas de braquiópodos y de los bivalvos *Palaeoneilo mcchesneyana* y *Nuculavus levatiformis*.



## ANEXO

Alcances estratigráficos de las especies referidas en otros trabajos y que corresponden a la ubicación estratigráfica de los afloramientos 1 y 3 de este trabajo. Los asteriscos (\*) indican las especies que sólo se han referido para el Pérmico de Coahuila.

### Flores de Dios y Buitrón (1982):

TRIÁSICO?:	Género o especie	Alcance estratigráfico	Distribución
Amonites	<i>Agathiceras</i> Gemmellaro, 1887.	Gzheliano- Capitaniano.	Norte de América, Europa, Asia.
	<i>Stacheoceras rothi</i> Miller and Furnish, 1940.	Kunguriano.	Texas.
	<i>Waagenoceras</i> sp.	Roadiano- Capitaniano.	Norte de América, Europa, Asia, Coahuila, Sonora.
<b>PÉRMICO:</b>			
Braquiópodos	<i>Dictyoclostus depressus</i> (* <i>Thamnosia depressa</i> ) Cooper et al., 1953.	Wordiano- Capitaniano.	Guerrero, Sonora, Nevada.
	<i>Wellerella</i> sp.	Carbonífero- Changhsingiano.	Cosmopolita.
	<i>Cancrinella</i> sp.	Tournaisiano- Changhsingiano.	Cosmopolita.
	<i>Composita grandis</i> Cooper et al., 1953.	Wordiano.	California, Sonora.
	<i>Composita</i> sp.	Frasniano- Changhsingiano.	Norte de América, Reino Unido, Asia.
	<i>Paranorella</i> sp.	Kunguriano- Capitaniano.	Texas, Coahuila.
Briozoario	(fenestélido).	Katiano- Changhsingiano.	Cosmopolita.
Amonite	<i>Stacheoceras</i> Gemmellaro, 1887. (Previamente referido por Corona-Esquivel, 1981)	Artinskiano- Changhsingiano.	Norte de América, Europa, Asia.
<b>Pensilvánico Superior:</b>			
Crinoideos	<i>Cyclocaudex costatus</i> Moore y Jeffords	-----	-----
	<i>Heterostelechus jeffordsi</i> Miller	-----	-----

**González Arreola et al. (1994):** Describieron la fauna contenida en la Formación Olinalá utilizando la división de la columna estratigráfica en siete unidades indicada por Corona-Esquivel (1981). En el siguiente cuadro solamente se muestran las unidades 2, 4, 5 y 7, porque son fosilíferas, mientras que las unidades restantes, al no ser fosilíferas, no son consideradas.

**UNIDAD 7:**

<b>Amonoideo</b>	<i>Stacheoceras toumanskyae</i> Miller y Furnish, 1940.	*Capitaniano-Wuchiapingiano.	Coahuila.
<b>Nautiloideo</b>	<i>Metacoceras</i> sp.	Morrowano-Changhsingiano.	Norte de América, Europa, Asia.
<b>Gasterópodo</b>	<i>Babylonites carinatus</i> Yochelson, 1956.	Roadiano-Capitaniano.	Texas.
<b>Braquiópodos</b>	<i>Thamnosia depressa</i> (Cooper et al., 1953).	Wordiano-Capitaniano.	Sonora, Guerrero, Norte de América.
	<i>Spiriferellina cristata</i> (von Schlotheim, 1816).	Asbiano-Wuchiapingiano.	Norte de América, Europa, Asia.
	<i>Wellerella</i> sp.	Carbonífero-Changhsingiano.	Cosmopolita.
	<i>Hustedia</i> sp.	Kinderhookiano-Pliensbachiano.	Norte de América, China, Sonora, Grecia, Japón.
	<i>Composita</i> sp.	Frasniano-Changhsingiano.	Norte de América, Reino Unido, Asia.

**UNIDAD 5:**

<b>Crinoideo</b>	<i>Preptoprennum rugosum</i> Moore y Jeffords.	-----	-----
<b>Amonoideo</b>	<i>Paraceltites elegans</i> Girty, 1908.	Kunguriano-Wuchiapingiano.	Norte de América, Asia.
<b>Briozoarios</b>	No determinados.	-----	-----

----

**caliza y arena:** litología indicada por los autores de ese trabajo en esta parte de la columna.

**En caliza:**

<b>Gasterópodo</b>	<i>Babylonites carinatus</i> Yochelson, 1956.	Roadiano-Capitaniano.	Texas.
<b>Braquiópodos</b>	<i>Thamnosia depressa</i> (Cooper et al., 1953).	Wordiano-Capitaniano.	Sonora, Guerrero, Norte de América.
	<i>Costiferina</i> sp.	Asseliano-Changhsingiano.	Australia, Asia.

**UNIDAD 4.** Corresponde a la ubicación estratigráfica aproximada de los afloramientos 1 y 3 de este trabajo:

<b>Amonoideos</b>	<i>Stacheoceras toumanskyae</i> Miller y Furnish, 1940.	*Capitaniano-Wuchiapingiano.	Coahuila.
	<i>Paraceltites elegans</i> Girty, 1908.	Kunguriano-Wuchiapingiano.	Norte de América, Asia.
	<i>Waagenoceras dieneri</i> Böse, 1919.	Roadiano-Capitaniano.	Texas, Canadá, Coahuila, Sonora.
<b>Bivalvo</b>	<i>Posidoniella</i> sp.	Tournaisiano-Marsdeniano.	India, China, España.
<b>Gasterópodo</b>	<i>Babylonites carinatus</i> Yochelson, 1956.	Roadiano-Capitaniano.	Texas.
<b>Braquiópodos</b>	<i>Thamnosia depressa</i> (Cooper et al., 1953).	Wordiano-Capitaniano.	Sonora, Guerrero, Norte de América.
	<i>Orbiculoidea ovalis</i> Cloud, 1944.	*Capitaniano.	Coahuila.
	<i>Cancrinella rugosa</i> Cloud, 1944. ( <b><i>Magniplicatina rugosa</i></b> )	*Guadalupiano.	Coahuila.
	<i>Paraconularia</i> sp.	Llando-veriano-Rhaetiano.	Cosmopolita.

**UNIDAD 2.**

<b>Amonoideos</b>	<i>Pseudogastrioceras roadense</i> (Böse) <b>Roadoceras</b>	---	---
	<i>Stacheoceras toumanskyae</i> Miller y Furnish, 1940.	*Capitaniano-Wuchiapingiano.	Coahuila.
<b>Nautiloideo</b>	<i>Bitauioceras coahuilense</i> Miller, 1944.	Leonardiano-Capitaniano.	Coahuila.
<b>Braquiópodos</b>	<i>Leiorhynchoidea schucherti</i> Cloud, 1944.	*Capitaniano y aprox. ½ Guadalupiano.	Coahuila.
	<i>Tomioopsis</i> sp.	Chadiano-Changhsingiano.	Cosmopolita.
	<i>Krotovia</i> sp.	Famenniano-Changhsingiano.	Cosmopolita.
	<i>Orbiculoidea</i> sp. d'Orbigny, 1849.	Dawano-Berriasiano.	Cosmopolita.
	<i>Cancrinella</i> sp.	Tournaisiano-Changhsingiano.	Cosmopolita.