

Caracterización de una nueva localidad fosilífera del Jurásico Inferior con crinoides y amonites en el centro-oriente de México (Temapá, Hidalgo)

Carlos Esquivel-Macías^{1,*}, Rita G. León-Olvera² y Kinardo Flores-Castro³

¹ Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma de Hidalgo, 42184 Pachuca, México.

² Investigadora Independiente. Presa Salinillas 17-B-106, Colonia Irrigación, 11200 México D.F., México.

³ Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Hidalgo, 42184 Pachuca, México.

* esquivel@uaeh.edu.mx

RESUMEN

El grupo Huayacocotla es conocido por medio de diversos estudios geológicos y paleontológicos. En el presente trabajo se reporta por primera vez una fauna de amonites (*Paltechioceras* cf. *mexicanum*, *P. rothpletzi*, *Ortechioceras incaguasiense*, *Coroniceras?* (*Metophioceras*) aff. *conybeari* auct., *Phylloceras* sp., *Sulciferites?* cf. *stenorhynchus*) e isocrinidos bentónicos (*Isocrinidae*) y pseudoplancónicos (*Pentacrinidae*). Estos últimos representan nuevos registros para sedimentos sinemurianos de México. Se consideran los supuestos hábitos de vida para las familias a las que pertenecen las especies de amonites, como dato de referencia sobre el ambiente de depósito. En este afloramiento también se encuentra el bivalvo *Posidontis semiplicata* y un gasterópodo no identificado.

Hay tres tipos de asociaciones fósiles que se encuentran repetidamente en las capas del afloramiento Temapá, perteneciente a la Formación Despi, de tal forma que es posible reconocerlas (1) por la diferencia de diámetro de los amonites que las componen; (2) por la diferente composición faunística entre ellas, que se demuestra con la aplicación del índice de Simpson; y (3) por el grado de fragmentación de las conchas. Junto a este último indicio se considera la distribución de tallas del conjunto de especies de amonoides para establecer un criterio de deposición in situ/deposición por arrastre para las diferentes asociaciones.

El perfil donde se encuentran estos tres tipos de asociaciones consta de limolitas arenosas, con bandas intercaladas tipo "flasser-wavy" de arenisca finas en capas de espesor milimétrico. Los amonites se encuentran en ambos tipos de roca, aunque predominan los ejemplares completos y de mayor tamaño en la limonita arenosa (asociación uno), mientras que los de menor talla y aglomerados se encuentran en las areniscas finas (asociación dos); también en areniscas finas se encuentra la tercera asociación, que consta de fragmentos de amonoides mezclados con crinoides.

Junto a la composición macrofaunística mencionada se presenta la descripción litológica, de petrografía sedimentaria en sección delgada y la granulometría para establecer las principales características de este afloramiento.

Palabras clave: amonites, crinoideos, Sinemuriano, Huayacocotla, Temapá, México.

ABSTRACT

The general geological and paleontological aspects of the Huayacocotla Group, México have been previously investigated by other authors. We report here the first outcrop with ammonoids (*Paltechioceras cf. mexicanum*, *P. rothpletzi*, *Ortechioceras incaguasiense*, *Coroniceras?* (*Metophioceras*) *aff. conybeari auct.*, *Phylloceras sp.*, *Sulciferites?* *cf. stenorhynchus*) and isocrinids, some of them benthic (*Isocrinidae*) and some pseudoplanktonic (*Pentacrinitidae*). This is the first time the isocrinids are reported from Sinemurian sediments (Lower Jurassic) in Mexico. The supposed habitats for the families of these ammonoids are considered, in support to sedimentary environment. In this outcrop, we also identified a bivalve *Posidontis semiplicata* and an unidentified gastropod.

Three types of fossil assemblages are repetitively observed in the Temapá outcrop, which belongs to the Despí Formation. The types of fossil associations are identified by (1) the differences in the ammonoids diameters; (2) its faunal compositions as demonstrated by Simpson index application; and (3) by the fragmentation level of shells. Additionally, we established a criterion of deposition (in situ/transported) on the basis of size distribution.

In the stratigraphic sequence with three types of associations are observed sandy siltstone with milimetric flaser-wavy layers of fine sands. The ammonoids are present in both sediments, although the largest and most complete fossils are found in the sandy siltstone (assemblage 1). The smaller ammonites are found only in the fine sand forming the assemblage two, and crinoids with fragmentary ammonoid bioclastic material, also in fine sand, compose the third assemblage.

In addition to the macrofaunal associations as mentioned above, we report the lithologic description, the sedimentary petrography and grain size distribution of sediments to establish the characteristics of the Temapá outcrop.

Key words: ammonites, crinoids, Sinemurian, Huayacocotla, Temapá, Mexico.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio es parte de un proyecto de búsqueda y caracterización de afloramientos con invertebrados fósiles en el Estado de Hidalgo, donde se ha producido históricamente información relevante ya publicada sobre la evolución y características geológicas de México con el concurso de rocas y fósiles. Sin embargo, no es fácil consultar los ejemplares y localidades de la mayoría de los trabajos (por ejemplo: Burckhardt, 1930; Erben, 1956b; Arellano-Gil *et al.*, 1998; Ochoa-Camarillo *et al.*, 1998, entre otros). Por lo tanto, para formalizar una línea de investigación a largo plazo, con datos originales de invertebrados hidalguenses, se inició un programa para encontrar viejos afloramientos y descubrir nuevas localidades.

Una razón para estudiar el anticlinorio de Huayacocotla, es la relativa escasez de rocas del Jurásico Inferior de México. Entre los trabajos geológicos que se han realizado sobre estas rocas sobresalen Erben (1956a), Carrillo-Bravo (1965), Pedrazzini y Basañez-Loyola (1978), Schmidt-Effing (1980), Sutter (1990), Mendoza-Rosales *et al.* (1992), Flores-Castro (1993), Rueda-Gaxiola *et al.* (1993), Ochoa-Camarillo (1996, 1997a, 1997b), Aguayo-Camargo (1977), Arellano-Gil *et al.* (1998), y con enfoque paleontológico destacan Díaz-Lozano (1916), Cantú-Chapa (1971), Silva Pineda (1978), Ochoa-Camarillo *et al.* (1997). Pero fue Burckhardt (1930) el primero que aplicó una biozonación al área de Huauchinango – Huayacocotla, y Erben (1956a)

quien describió más de 100 taxa para la región, incluyendo 52 tentativamente nuevos. Schmidt-Effing (1980) y Schlatter y Schmidt-Effing (1984) detallan la bioestratigrafía del área con base en nuevas colectas y establecen litológicamente a la Formación Huayacocotla como grupo, conteniendo a las formaciones Tenango, Despí, Temascalapa y Las Juntas. Blau *et al.* (2001) describieron un nuevo género y dos nuevas especies de amonites que usan para discutir la conexión marina proto-Atlántico–Pacífico a través del territorio mexicano durante el Jurásico. Sobre este particular hay otros estudios (Aberhan, 1994; Aberhan y Muster, 1997; Damborenea, 2000) con sólidos indicios de que tal conexión permitió el paso de varios taxones desde el Pacífico norte y sur hacia el proto-Atlántico.

La importancia del grupo de formaciones liásicas también radica en que representan secuencias relacionadas con el origen del Golfo de México y los recursos fósiles asociados.

En este trabajo se aborda por primera ocasión el estudio de una asociación con crinoides, amonites y otros invertebrados en las formaciones del Grupo Huayacocotla, ya que usualmente sólo se toman en cuenta los amonites, dada su importancia como fósiles índice.

Es objetivo de este trabajo dar a conocer estas asociaciones fósiles y caracterizar mejor el medio sedimentario que la produjo en la Formación Despí, considerando las descripciones taxonómicas y geológicas previas, para contribuir al mejor conocimiento del Grupo Huayacocotla.

LOCALIZACIÓN

Acceso

Se llega al sitio transitando por la carretera federal No. 130 en su segmento Pachuca-Tulancingo, Hidalgo. Saliendo de esta última ciudad con rumbo hacia la ciudad de Huauchinango, Puebla, a pocos kilómetros de recorrido, se toma la desviación a San Alejo, donde inicia una carretera que conduce hasta Tenango de Doria. Una vez ahí, se prosigue con dirección a San Bartolo Tutotepec. Sobre tal trayecto se localiza el caserío de Temapá, con el afloramiento ubicado con GPS en Lat 20°22'04.1''N y Long 98°13'10.9''W, a un costado del camino (Figura 1).

GEOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA

La región es abrupta y con una densa cubierta de vegetación que dificulta encontrar afloramientos con fósiles. Esta región también es fuente de material para terraplenes, ya que las rocas están fracturadas perpendicular

y ortogonalmente por el plegamiento, lo que facilita su extracción, pero destruye los microfósiles.

Las rocas de la región, estudiadas por Burckhardt (1930) y definidas por Imlay *et al.* (1948), como Formación Huayacocotla, se describen como una secuencia marina de arenisca, limolita y lutita con intercalaciones de caliza arenosa, que aflora al norte del estado de Veracruz, nororiente de Hidalgo y norte del estado de Puebla.

El afloramiento de Temapá aquí estudiado consiste de una alternancia de arenisca fina/limolita arenosa sin sedimentos calcáreos. Se asemeja a la descripción de la Fm. Huayacocotla, en particular cuando Imlay *et al.* (1948) mencionó un espesor de mil metros, con alternancia del orden de metros de dicha litología, aunque el grosor de las capas de ambos sedimentos es del orden de milímetros y algo variable en el afloramiento Temapá. La presente descripción es más consistente con la de Schmidt-Effing (1980) y Schlatter y Schmidt-Effing (1984) para la Fm. Despi, cerca de Tenango de Doria, quienes definieron el Grupo Huayacocotla (Figura 2) dividiéndolo en cuatro formaciones del Sinemuriano marino y un grupo sin nombre de origen continental terrígeno que incluye capas con plantas. Es claro que en el área de Tenango de Doria, y en particular en el afloramiento Temapá, esta litología sobreyace a la Formación Temascalapa (*sensu* Schmidt-Effing, 1980).

El afloramiento Temapá contiene *Paltechioceras* aff. *mexicanum* Erben, 1956; *P. rothpletzi* Böse, 1894; *Ortechioceras* cf. *incaguasiense* Hillebrandt, 2002; *Coroniceras?* (*Metophioceras*) aff. *conybeari* Erben, 1956; *Phylloceras* sp. Suess, 1866 y *Sulciferites?* cf. *stenorhynchus* Lange, 1951.

Se considera que este afloramiento pertenece a la Fm. Despi, como parte media superior del grupo Huayacocotla. El afloramiento tiene espesor de 26.6 m y extensión lateral de 30 m. Los estratos están inclinados 25 grados y la deformación es por compresión horizontal del anticlinal en el que yacen. En este afloramiento, se observa una secuencia finamente laminada, resultado de una alternancia cíclica, regular y milimétrica de las litologías que se observan en todo el espesor del paquete estudiado (Figura 3). En las múltiples láminas de limolita arenosa suelen hallarse amonites más grandes y completos, concordantes con el plano de estratificación (*Coroniceras* cf. *conybeari*, *Paltechioceras rothpletzi*, *P. mexicanum* y echioceratidos no identificados), esta asociación se diferencia bien de las otras contenidas en arenisca fina y se le ha denominado asociación tipo uno (Figura 4).

En las múltiples capas de arena fina se identifican dos tipos de asociaciones: una de ellas contiene amonoides completos (*P. mexicanum*, *P. rothpletzi*, *Phylloceras* sp., *Ortechioceras incaguasiense*, *Sulciferites* cf. *stenorhynchus* y echioceratidos no identificados), con tendencia a las tallas pequeñas (Figura 5), a la cual se le ha denominado asociación tipo 2; al otro tipo de asociación, conteniendo *Paltechioceras mexicanum*, *Phylloceras* sp. y *Ortechioceras incaguasiense*,

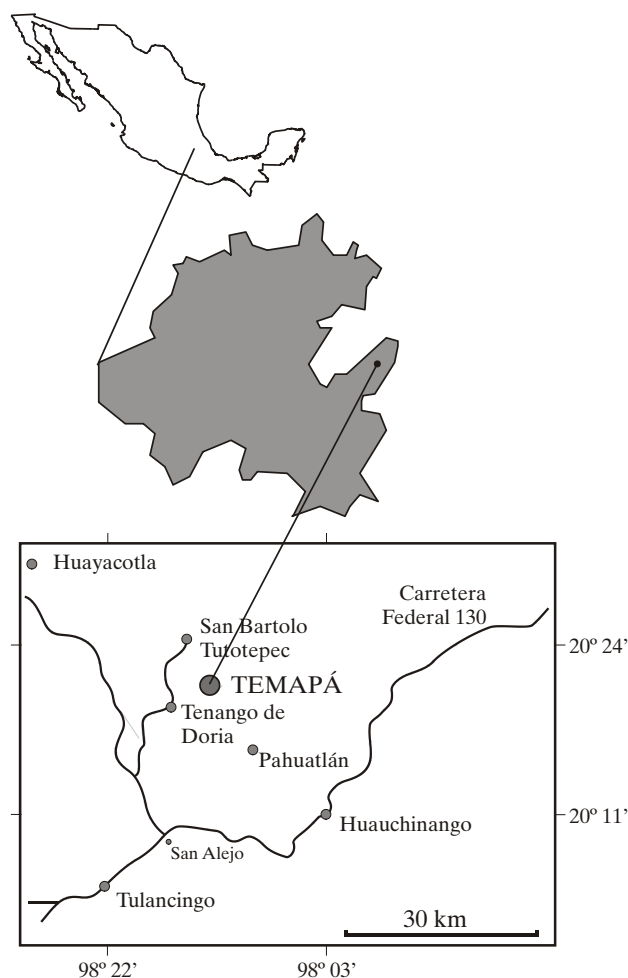


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

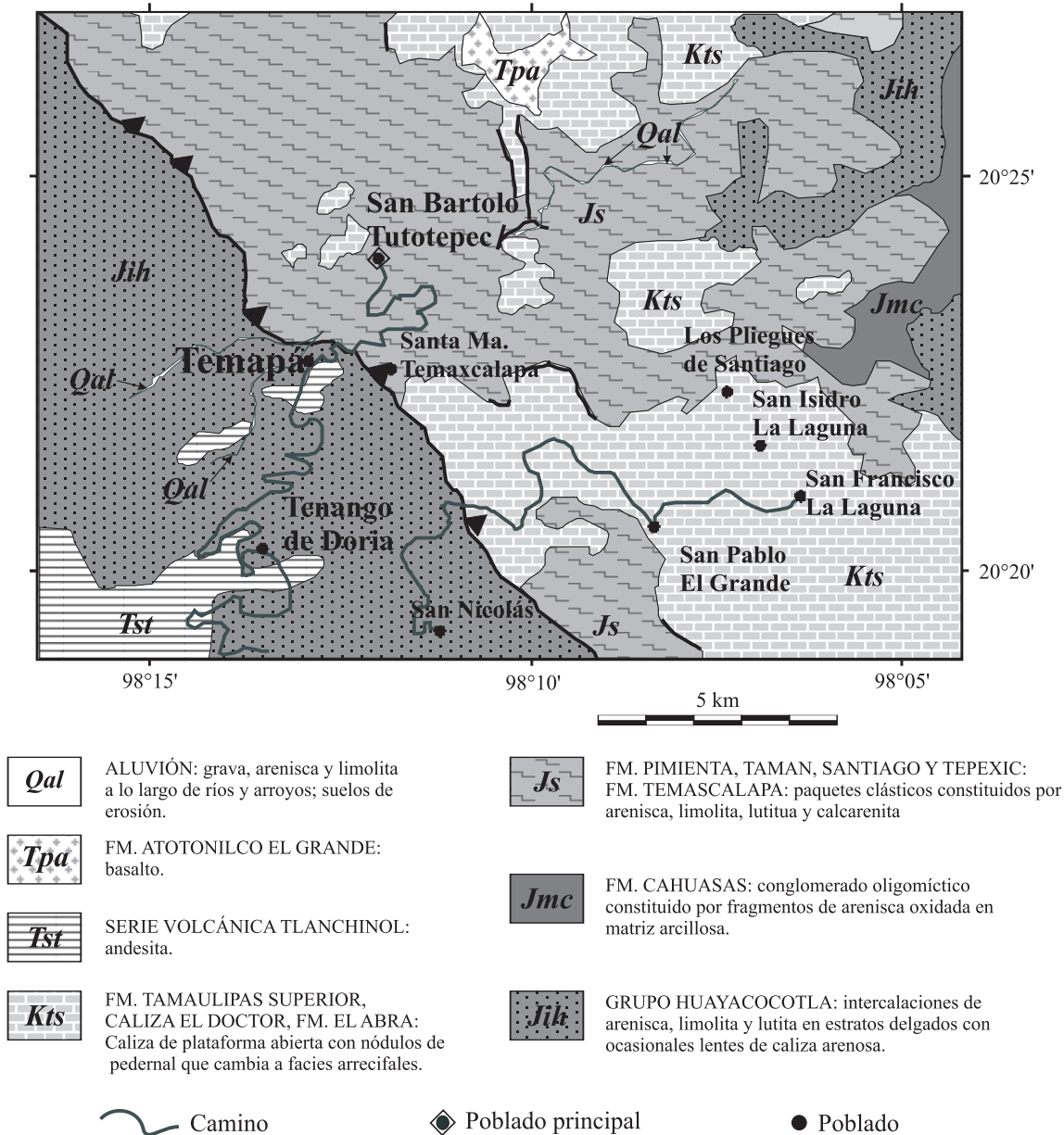


Figura 2. Mapa geológico del área de estudio. Modificado de Flores-Castro (1993).

bivalvos y gasterópodos no identificados, con placas de crinoideos aisladas, además de abundantes fragmentos muy fracturados de echioceratidos no identificados, se le ha denominado asociación tipo tres (Figura 6). No se observan los dos tipos de asociaciones presentes en arenisca fina en un mismo estrato, pero las intercalaciones de areniscas finas en limolita (Figura 7) se ven a simple vista en la roca.

MÉTODO

Se inspeccionó el afloramiento en busca de fósiles, el cual recientemente se utilizó como cantera, lo que facilitó la

recolecta de amonites pequeños (de 4 a 100 mm) y algunos de mayor tamaño completos, así como fragmentos que se reconstruyeron con soporte de yeso. El muestreo de fósiles y de litología microscópica se realizó particularmente en los horizontes B y C (Figura 3). A los amonoides se les determinó el número de vueltas, diámetro máximo, altura de la vuelta externa y se anotó su posición respecto al plano de estratificación, así como el grado de fragmentación. Los ejemplares se catalogaron bajo los números UAH-2253 y 2254 de la colección de invertebrados del Museo de Paleontología de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Para los amonoides se consideró, en principio,

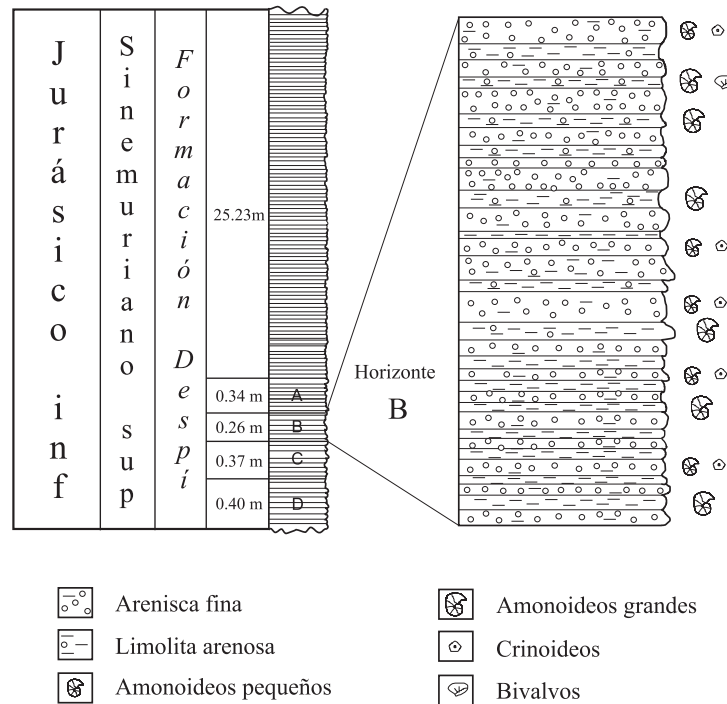


Figura 3. Columna estratigráfica del afloramiento Temapá, con un espesor total de 26.6 metros. La colecta se realizó en la base de la columna en cuatro horizontes: A (34 cm), B (26 cm), C (40 cm) y D (23 cm). La secuencia fina, con el espesor promedio proporcional para ambos tipos de sedimento, es presentada a la derecha para el horizonte “B”, ampliada desde la base del espesor completo. El horizonte “B” consiste en 157 láminas: 84 de limolita arenosa con espesor promedio de 1.2 mm, donde se encuentra la asociación fósil uno, y 73 capas de arenisca fina con espesor promedio de 0.31 mm, donde se presentan las asociaciones dos y tres.

la determinación taxonómica que reportó Flores-Castro (1993) para ejemplares de este afloramiento, con base en una comunicación escrita de G. Alencáster, en la que se menciona como probable a *Arnioceras abjectum* Fucini. Sin embargo, con base en el estudio de más ejemplares y en los trabajos de Erben (1956b), Blau *et al.* (2003), y Meister *et al.* (2002), la revisión que se presenta en este trabajo ha resultado en la determinación de seis especies del Sinemuriano.

Se consideran algunas premisas del hábitat, basadas en la morfología funcional de las familias de los amonioideos descritos y aplicando los criterios de Westermann (1996), para caracterizar el afloramiento de acuerdo a la Tabla 1.

Para determinar el redondeo, angulosidad y porosidad, así como la composición petrográfica sedimentaria, se observaron láminas delgadas de 30 micras de espesor, bajo el microscopio petrográfico Olympus BX40 con oculares WH10X/22 y objetivos 4X, 10X, 40X y 100X y condensador acromático 0.9.

Como apoyo a la determinación de la existencia de tres asociaciones fósiles distintivas en este afloramiento se calcularon los índices de diversidad y de dominancia de Simpson (*sensu* Begon *et al.*, 1989).

Con base en las premisas de morfología funcional, tamaño de partícula, determinaciones texturales, y petrografía sedimentaria presentadas en este trabajo, además de la

aplicación de otras técnicas, que se encuentra en proceso, como el análisis de carbono orgánico y el análisis de pares isotópicos estables en roca total para determinar el ambiente tectónico en que se originó este sedimento, se busca integrar una interpretación del ambiente de depósito original en que



Figura 4. Fotografía de *Paltechioceras mexicanum*, UAHMP-2251 (Dm= 82.81 mm), que representa a los amonioideos grandes, completos y aislados que se hallan en la litología de los limos arenosos. En esta litología se encuentran también *P. rothpletzi* y *Coroniceras cf. conybeari*. La barra mide un centímetro.

vivieron dichos organismos. Tal contribución se encuentra en preparación como continuación de la presente.

RESULTADOS

Amonites

Clase Cephalopoda Cuvier, 1797
Orden Ammonoidea Zittel, 1884
Familia Echioceratidae Buckman, 1913

Paltechioceras aff. mexicanum (Erben, 1956)

Figura 4

Arnioceras ceratitoides (Quenstedt) *mexicanum* Erben, 1956, p. 254, lám. 29, fig. 3.

Paltechioceras aff. mexicanum Erben. Blau et al., 2003, lám. 4, fig. 9.

Material. El material proviene de la localidad de estudio y se depositó con el número de catálogo UAHMP-2251.

Diagnosis. Amonite evolutivo, planispiral, sección de la vuelta externa subelíptica, flancos redondeados. Área ventral tricarinada con crestas laterales bajas. Quilla relativamente amplia y surcos pequeños poco profundos. Costillas que se van espaciando en las vueltas externas, ligeramente prosirradiadas, lo que se acentúa con la edad (Figura 4). Los ejemplares que se presentan están comprimidos en el fragmocono, la cámara de habitación no está colapsada, el diámetro es de 85 milímetros en el ejemplar mayor.

Discusión. se encontraron nueve ejemplares en la asociación uno, diez ejemplares en la asociación dos, y dos ejemplares en la asociación tres. Se descarta la determinación de *Arnioceras*, de la misma manera que lo hacen Blau et al. (2003), porque hay un suavizamiento de las costillas en la región ventral, que es de donde podría derivar la confusión en el reporte de G. Alencáster (com. escrita). Las conchas están completas aunque colapsadas, pero no rotas.

Localidad y posición estratigráfica. Temapá Hidalgo, Fm. Despí (*sensu* Schmidt-Effing, 1980), Blau y Meister (2000).

Familia Echioceratidae Buckman, 1913

Paltechioceras rothpletzi (Böse, 1894)

Figura 8a

Arietites rothpletzi Böse, 1894, p. 803-768, lám. 56, figs. 5-6.

Paltechioceras rothpletzi Böse. Blau et al., 2003, lám. 4, figs. 3, 6-8, 10-11, lám. 5, figs. 2-3,6 (cf.) 7.



Figura 5. Fotografía de *Ortechioceras incaguasiense*, UAHMP 2252, (mide (Dm=43.24 mm), que representa a los amonoideos de la asociación tipo dos de arenas finas, donde también se hallan; *Phylloceras* sp., *Sulciferites* cf. *stenorhynchus*, *Paltechioceras mexicanum* y *P. rothpletzi* en tallas menores y aglomerados. La barra mide un centímetro.

Material. El material proviene de la localidad de estudio y se depositó con el número de catálogo UAHMP-2260.

Diagnosis. Es la especie más esbelta del género, se caracteriza por costillas muy regulares y se diferencia de todos los otros *Paltechioceras* por la alta frecuencia de costillas, densas y afiladas, las cuales son constante a todo lo largo de la espira y particularmente en las vueltas internas que las tienen muy cercanas y densas, en todos los estadios de crecimiento están fuertemente inclinadas hacia delante. Blau et al. (lám. 5, fig. 6) reportan que en el lectotipo de Böse, la sección de la vuelta es altamente rectangular y el vientre es tricarinado y estrecho. Comparado a *P. tardecrescens* es más involuta, debido al rápido incremento en la altura de la vuelta.

Discusión. Los nueve ejemplares revisados reúnen las características diagnósticas de regularidad, densidad y fineza de

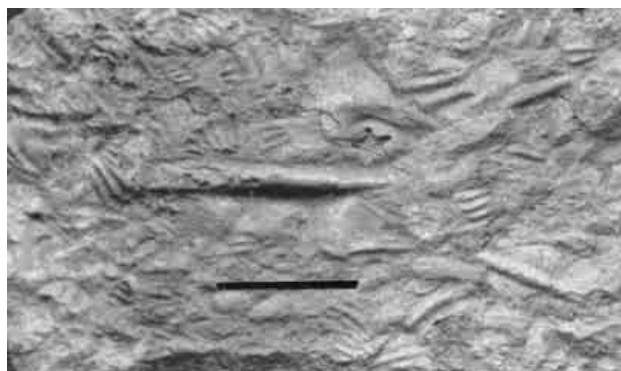


Figura 6. Fotografía de fragmentos de amonoides en la asociación tipo tres. Se reconocen algunos fragmentos de *Paltechioceras mexicanum*, *Paltechioceras rothpletzi*, *Ortechioceras incaguasiense*, *Phylloceras* y placas columnares de crinoideos (Pentacrinidae e Isocrinidae). UAHMP-2253; la barra mide un centímetro.

las costillas y perfil de la espira (Figura 8a) Sin embargo no han sido vistas las quillas del vientre ni el perfil rectangular en corte de la vuelta. Se aprecian bien las costillas prosirradiadas.

Localidad y posición estratigráfica. Afloramiento Temapá, Jurásico Inferior, Sinemuriano, Fm. Despi. Se reporta en las localidades “T/V 4” (Fm. Tenango), “Ten 3” y “Ten 7” (Fm. Despi) de Blau *et al.*, 2001 equivalentes a las localidades “INV040” (Lat 20° 21’ 43.3’’N , Long 98° 13’ 13.9’’W) del presente proyecto, así como en “Piedras Negras” y “Dequeña”. Blau y Meister (2000) atribuyen esta especie a la parte alta de la subzona de *raricostatum* (provisionalmente llamado horizonte *rothpletzi* por Blau *et al.*, 2003). Se conoce de todo el Tethys y Pacífico de Norteamérica. De acuerdo con ellos, *P. rothpletzi* determina que este estrato sea Sinemuriano superior, en zona de *raricostatum*, subzona de *densinodulum* horizonte *liciense/rothpletzi*.

Familia Echioceratidae Buckman, 1913
 Género *Ortechioceras* Trueman y Williams, 1925
sensu lato

Especie tipo. *Ortechioceras recticostatum* Trueman and Williams, 1925

***Ortechioceras cf. incaguasiense* Hillebrandt, 2002**

Figura 8e

Coroniceras (Metophioceras) aff. Schloenbachi (Reynes), Erben, 1956, p. 233, lám. 32, fig. 10.

Ortechioceras cf. incaguasiense. Hillebrandt. Blau *et al.* 2003, lám. 3, fig. 4, (cf), figs. 5, 7, 8, 10-18, 23.

Material. Proviene de la localidad de estudio, almacenado bajo el número de catálogo UAHMP-2252.

Diagnosis. En las vueltas interiores en diámetro de 35 mm, la sección es cuadrada (W/H= 1). Costillas densas, con



Figura 7. Vista macroscópica del horizonte B de la Figura 3. Se aprecia la intercalación rítmica de areniscas finas en limolita arenosa.

poco espacio entre ellas, radiales a ligeramente proversas, rectas, e inician en la parte más interna de las vueltas. Cerca del borde ventrolateral se hacen tenues y se estrechan, sugiriendo pequeños nodos. Conforme la edad, las costillas adquieren la misma altura sobre el flanco, se hacen tenues en el área ventral y se proyectan hacia atrás cerca de los surcos. Arriba del diámetro de 25 a 35 mm, el área ventral es de casi plana a ligeramente redondeada con quilla, los surcos no están presentes en este estadio. Más tarde, los surcos se desarrollan y el vientre se hace tricarinado. En los presentes ejemplares se aprecian las conchas evolutas, planispirales (Figura 5), sin que se observe el vientre, surcos ni quillas, por lo que la especie permanece dudosa, aunque se aprecian claramente las vueltas y las costillas rectas, regulares, densas con un pequeño rasgo curvo, ligeramente prosirradiadas en la parte alta cerca del borde ventral.

Discusión. Sin duda es una especie distinta a las demás descritas aquí. Su abundancia en la asociación tipo dos permite suponer un hábitat sobre el talud continental. Yacen sin deformación ni fracturas. Los 19 ejemplares están comprimidos uniformemente, concordantes con el estrato.

Tabla 1. Hábitat de los amonoideos, tomada y modificada de Westermann (1996).

Familia (géneros presentes)	Oc	AR	Ds	Off	On	Ox	PI	Hábitat	Profundidad calculada
Echioceratidae (<i>Paltechioceras Ortechioceras</i>)	–	–	–	o	X	x	o	Planctónico	185 m
Oxinoceratidae (<i>Sulciferites</i>)	–	–	–	o	X	x	o	Nectónico	–
Arietitidae (<i>Coroniceras</i>)	–	–	–	o	X	X	o	Demersal	–
Phylloceratiidae (<i>Phylloceras</i>)	x	X	X	x	O	–	–	Nectónico/Demersal	65–482 m

Nota: Intervalos ambientales de c/u de las cuatro familias de amonoideos determinadas en este trabajo. Simbología: **Oc** = Oceánico, **AR** = Ammonítico-Rosso, **Ds** = Demersal, **Off** = lejos de la costa en limos oscuros anóxicos, **On** = cerca de la costa en limos oscuros anóxicos, **Ox** = lutitas oxidadas, **PI** = Plataforma y Talud. **o** = escaso, **X** = dominante, **x** = abundante.

Localidad y posición estratigráfica. Afloramiento Temapá, Jurásico Inferior, Sinemuriano, Fm. Despí. Se le conoce, hasta ahora sólo de Sudamérica y de la región de Tenango de Doria, por lo que apoya la teoría del paleocorredor hispánico.

Familia Arietitidae Hyatt 1874
 Género *Coroniceras* Hyatt 1867
 Subgénero *Coroniceras* (*Metophioceras*) Spath 1924

Subgénero tipo: *Amonites conybeari* Sowerby 1816

Coroniceras? (*Metophioceras*) *aff. conybeari* auct.
 Figura 8d

Amonites conybeari Hyatt 1889, p. 157, lám. 11, fig. 24.
Coroniceras? (*Metophioceras*) *aff. conybeari* auct. Erben, 1956, lám. 33, figs. 7, 8.

Material. Proviene de la localidad de estudio, almacenado

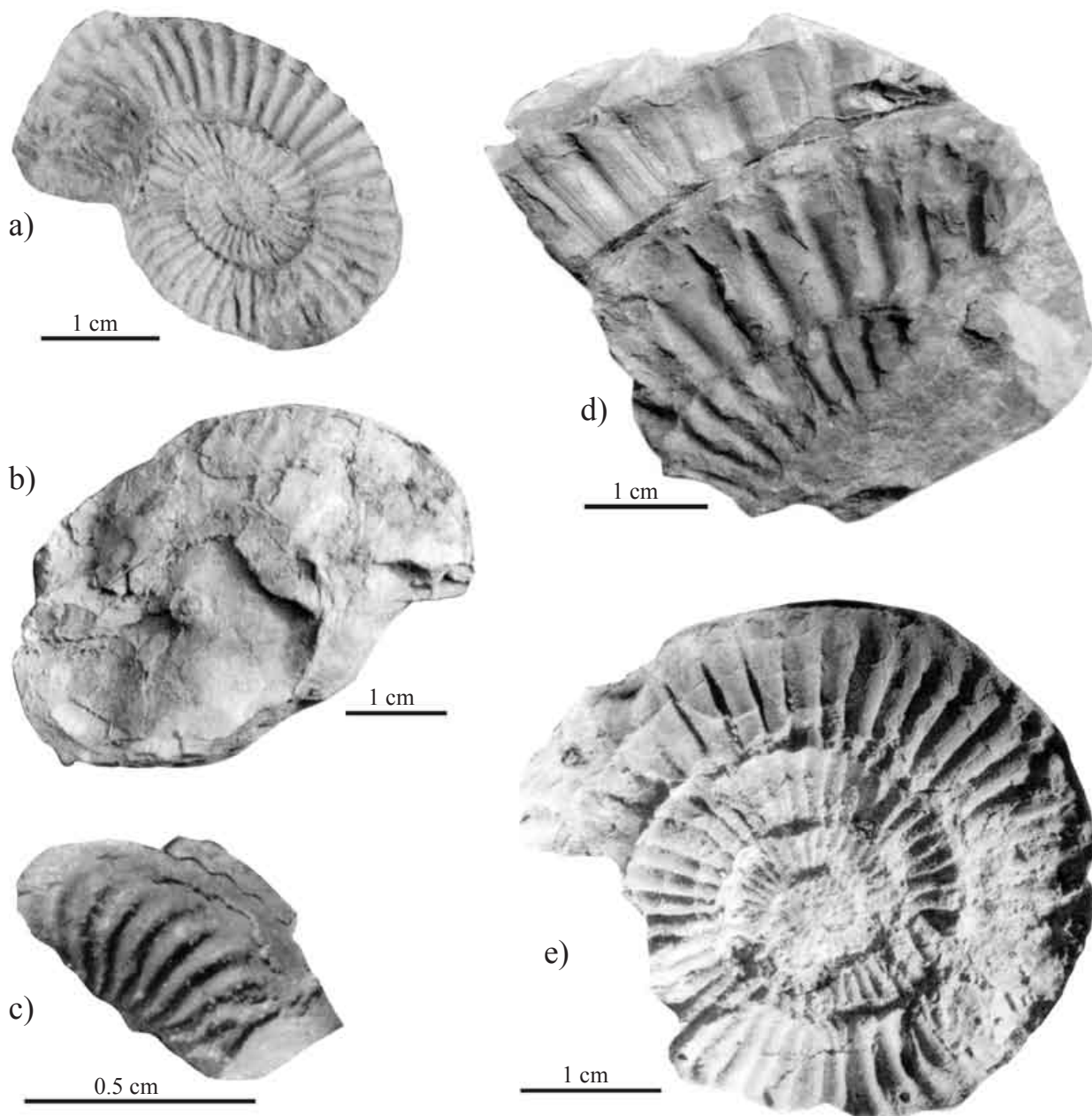


Figura 8. a) *Paltechioceras rothpletzi*, UAHMP-2260; b) *Phylloceras* sp., UAHMP-2255; c) *Sulciferites* cf. *stenorhynchus*, UAHMP-2256; d) *Coroniceras conybeari*, UAHMP-2257; e) *Ortechioceras incaguasiense*, UAHMP-2252.

bajo el número de catálogo UAHMP-2257.

Diagnosis. Concha planispiral, discoide, grande. La altura de la vuelta aumenta regular y moderadamente. Las costillas se aprecian claramente desde el ombligo y mantienen una proporción de espacio intercostal a lo largo de toda la espira. Costillas rectas, redondeadas y de poca altura, que corren por todo el costado sin llegar a tocar el vientre, pero sí cubren el hombro; describen en la cercanía del ombligo un arco muy leve, ligeramente convexo hacia delante. En la superficie lateral de la última vuelta se aprecian, tanto sobre la costilla como sobre el espacio intercostal, finas estrías rectas, regulares paralelas. Existe una quilla grande, pero no surcos. La sección de la vuelta tiene un diámetro estimado de 4.8–5.0 mm. Se presentan ejemplares rotos, que muestran en particular las últimas vueltas, donde se aprecia las estrías peculiares ya descritas y las costillas rectas, regulares, redondeadas y ampliamente espaciadas (Figura 8d). Sin embargo, algunas características finas del resto de la concha hacen falta para confirmar plenamente esta especie.

Discusión. A pesar de algunas dudas de la identidad específica, es claramente diferente de las otras de este afloramiento por lo que es utilizada para los índices de diversidad y para definir las asociaciones fósiles descritas. Los tres ejemplares están rotos.

Localidad y posición estratigráfica. Afloramiento Temapá, Jurásico Inferior, Sinemuriano, Fm. Despí. La reporta Erben (1956) para el Sinemuriano inferior en la unidad con *Arnioceras* geométricos, equivalente a la Fm. Las Juntas (*sensu* Schmidt-Effing, 1980). Con esta especie, entre otras, se define el intervalo de dicha formación

Superfamilia Phylloceratoidea Zittel, 1884
 Familia Phylloceratidae Zittel, 1884
 Subfamilia Phylloceratinae Zittel, 1884
 Género *Phylloceras* Suess, 1866

Subgénero *Phylloceras* Suess, 1866
 Figura 8b

Material. Proviene de la localidad de estudio, (UAHMP-2255).

Diagnosis. Se les reconoce por un juego de costillas muy finas, a veces sobre una ondulación de mayor longitud, prosirradiadas sin constricciones. La concha es involuta de apertura alta, ombligo marcado donde se aprecian las primeras vueltas. La sección de la vuelta es estrecha y afilada. Se presentan moldes internos, pero las complejas características diagnósticas de las suturas no se aprecian en este caso. Tienen diámetros de 6 a 10 centímetros (Figura 8b). Un ejemplar se halla deformado diagenéticamente, lo

que permite ver el borde del vientre y la aguda sección de la vuelta, este conserva una parte de la superficie externa, donde se esbozan las costillas como si fuese una sutil ondulación. Este ejemplar semeja al de Meister *et al.* (2002, lám. 1, fig. 7), en diámetro y forma involuta de la concha. Son semejantes al de Erben (1956, lám. 27, fig. 4). Otro ejemplar sólo muestra las impresiones de las costillas finas de la última vuelta sin el resto de la concha.

Localidad y posición estratigráfica. Temapá Hidalgo, Fm. Despí (*sensu* Schmidt-Effing, 1980). El género es indicativo del Jurásico Inferior en sentido amplio.

Discusión. Tres ejemplares en asociación tipo dos tienen diámetro promedio de 75.6 milímetros, un ejemplar está incompleto en la asociación tipo tres. Se consideran habitantes del talud en zona fótica, a menos de 500 metros de profundidad. Los ejemplares dan la impresión de haberse fosilizado después de colapsarse bajo presión intensa, tal vez al caer a profundidad suficiente o sepultarse rápido.

Superfamilia Psiloceratoidea Hyatt, 1867
 Familia Schlotheimiidae Spath, 1923
 Género *Angulaticeras* Quenstedt, 1883

Especie tipo. *Ammonites lacunatus* Buckman, 1844

***Sulciferites cf. stenorhynchus?* (Lange, 1951)**
 Figura 8c

Angulaticeras? (*Sulciferites*) *cf. stenorhynchus* Spath, 1923, lám. 16, fig. 3.

Sulciferites cf. stenorhynchus? Lange. Riccardi *et al.*, 1988 p. 164, lám. 4, figs. 20.21.

Material. Proviene de la localidad de estudio, material depositado como UAEH-2256.

Diagnosis. Especie involuta de costados globosos, sección de la vuelta casi circular. Costillas flexuosas que se dividen en los estadios jóvenes en la cercanía de la arista umbilical, finas y bastante juntas. Ombligo estrecho. Surco medio bien marcado, en el cual las costillas son completamente interrumpidas. Aunque Erben (1956, lám. 1, fig. 12) no incluye en esta descripción a *S. stenorhynchus*. El presente fragmento no permite ver si se trata de una concha evoluta o involuta, sin embargo la disposición y simetría de las costillas flexuosas finas muy cercanas entre sí que recorren todo el costado, interrumpiéndose bruscamente en el surco medio, sugieren este género (Figura 8c). La proporción es idéntica a la del ejemplar mostrado para el Sinemuriano de Argentina por Riccardi *et al.* (1988) y difiere del presentado por Meister *et al.* (2002, lám. 1, fig. 17) en que las costillas son más finas y estrechamente empacadas que en el presente. El ejemplar de Meister *et al.* (2002) corresponde con *S.*

floresi (sinónimo de *Angulaticeras floresi* Erben, 1956). Por lo tanto podría tratarse de *Angulaticeras (Sulciferites) stenorhynchus* (*sensu* Lange, 1951, en Riccardi et al., 1988).

Localidad y posición estratigráfica. Temapá Hidalgo, Fm. Despí (*sensu* Schmidt-Effing, 1980).

Discusión. Si se confirma con más ejemplares, sería un nuevo registro para la Fm. Huayacocotla. No hay duda de que trata de una especie diferente a todas las antes descritas en el presente trabajo, aún cuando su determinación genérica permanece dudosa.

Gasterópodos

Material. Un ejemplar de la localidad de estudio (UAHMP-2253).

Descripción. Se presenta el molde interno de un ejemplar naticiforme (Figura 9e), por lo que no hay ornamentación; tiene vestigios visibles de tres vueltas de la espira, siendo la parte apical redondeada por erosión lo que excluye la(s) primera(s) vuelta(s). No identificado.

Localidad y posición estratigráfica. Temapá Hidalgo, Fm. Despí (*sensu* Schmidt-Effing, 1980).

Discusión. Mide alrededor de 2 milímetros, se detectó al examinar las lajas de la asociación tres bajo el microscopio estereoscópico. Único ejemplar.

Bivalvos

Familia Posiidonidae Frech 1909
Genero *Posidontis* Losacco 1942

Especie tipo. *Posidontis dainellii* Losacco 1942

***Posidontis cf. semiplicata* (Hyatt 1894)**
Figura 9a

Posidontis cancellata (Leanza), Damborenea, 1993, fig. 3.1.

Posidontis cf. semiplicata Hyatt. Aberhan, 1994, p. 20, lám. 6, figs. 5-6.

Material. Proviene de la localidad de estudio (UAHMP-2253).

Diagnosis. Concha orbicular, equilátera, margen de la charnela muy corto, aletas pequeñas claramente delimitadas, Hay ornamentos o costillas radiales y pliegues concéntricos estrechamente acomodados, dando lugar a un patrón reticulado en que predominan los concéntricos. Hay variabilidad fuerte

respecto al tamaño del disco y aurícula, que, sin embargo no tienen implicación taxonómica y pueden explicarse por distorsión diagenética o tafonómica, con esa base se declaran tres especies nominales de Norteamérica (*P. semiplicata* Hyatt; *P. balteata* Crickmay y *P. simetrica* Hyatt) así como *P. cancellata* (Leanza) de Chile y Argentina en sinonimia (Aberhan, 1998). En la Figura 9a se muestra el ejemplar con longitud de 17.71 mm. que permite ver el patrón de surcos concéntricos, el patrón radial no se ve en este caso. Se aprecia la concha equilátera con umbo pronunciado.

Localidad y posición estratigráfica. Temapá Hidalgo, Fm. Despí (*sensu* Schmidt-Effing, 1980). Se les conoce para el Sinemuriano superior de Norteamérica, en Sudamérica se encuentra más tardíamente.

Discusión. Según Aberhan (1993) es de tipo epifaunal bisado/yaciendo libremente en el sustrato en ambientes de poca energía, alimentándose de partículas en suspensión. Es tolerante a ambientes de poco oxígeno, suele encontrarse en grandes concentraciones, formando pavimentos de conchas en poca compañía de otros organismos bentónicos (Aberhan y Palfy, 1996), aunque aquí se encuentra aislada.

Crinoideos

Phyllum Echinodermata de Bruguiere, 1791
Clase Crinoidea Miller, 1821
Subclase Articulata Zittel, 1879
Orden Isocrinida Sieverts-Doreck, 1951

Diagnosis. Crinoideos descritos formalmente a partir de elementos del tegmen, aunque los aquí reportados constan sólo de elementos columnares disgregados.

La columna generalmente es larga, ya sea pentalobulada, pentagonal y en ocasiones circular en sección transversal. Las placas nodales casi siempre con cinco cirros dispuestos radialmente. Las articulaciones son simplécticas con las crénulas en un patrón petaloide a lo largo del margen. La articulación entre la placa nodal y la infranodal adyacente varía de criptosimpléctica a casi lisa sinostisial. La forma de las placas columnares se modifica durante el crecimiento desde pentalobulado a pentagonal o incluso redonda. Los poros radiales, presentes en suturas proximales, desaparecen.

Intervalo estratigráfico. Triásico a Mioceno (Weinberg-Rasmussen, 1978).

Familia Isocrinidae Gislen, 1924
Figura 9d

Material. Proviene de la localidad de estudio (UAHMP-2253).

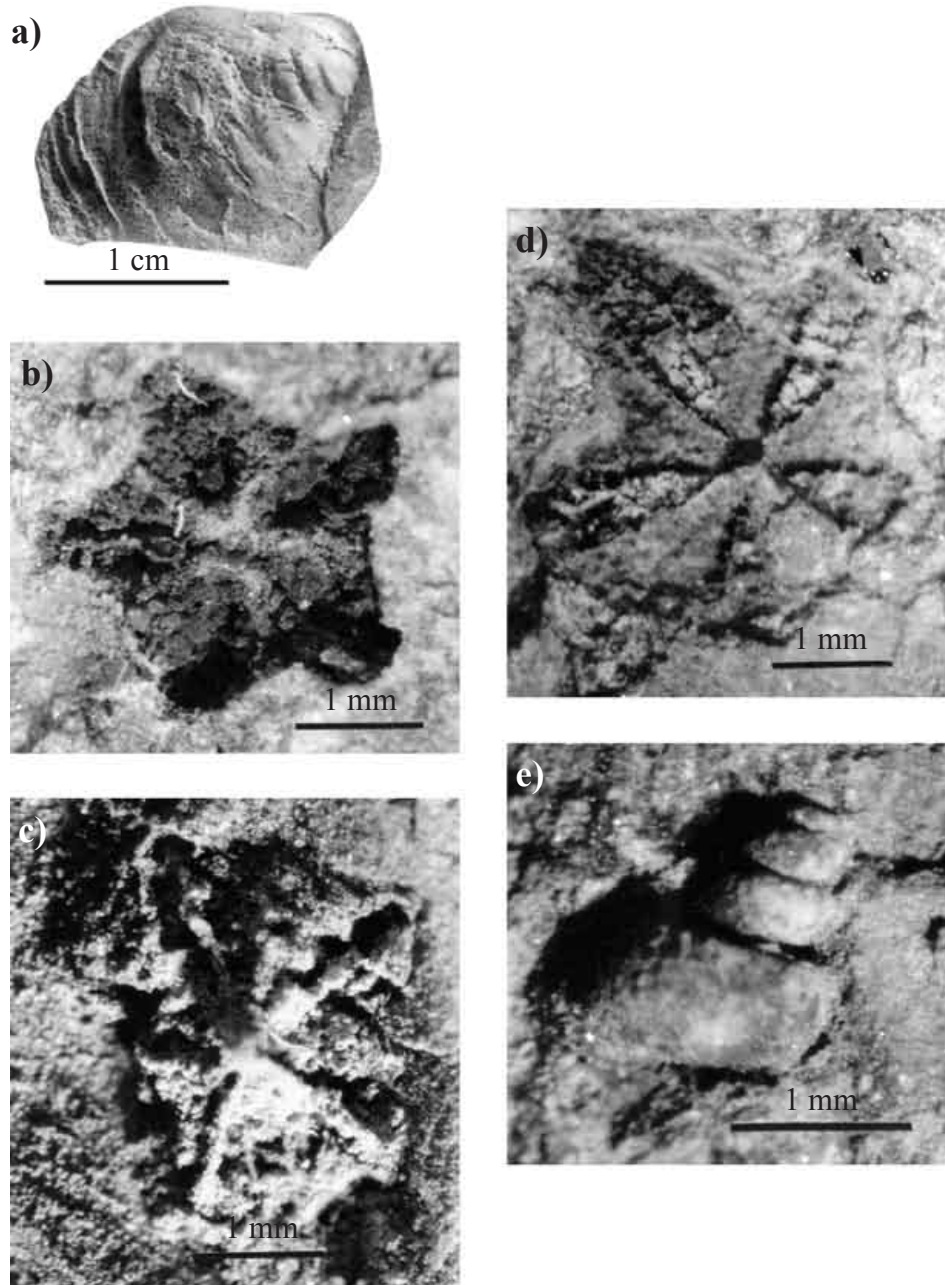


Figura 9. a) *Posidontis simplicata*, UAHMP-2253; b) Placa columnar de un isocrínido *?Isocrinus* sp., UAHMP-2253; c) Placa columnar de un pentacrínido, UAHMP-2253; d) Placa columnar de un isocrínido, UAHMP-2254; e) Gasterópodo no determinado, UAHMP-2253.

Diagnosis. La sección transversal de la columna es pentalobulada a pentagonal y hasta circular. Las placas columnares proximales son pentalobuladas, alternantes en forma y con poros radiales en las suturas. Las placas que delimitan las secuencias nodales tienen cicatrices cirrales que varían, de circulares a transversalmente elípticas, con cinco o menos cicatrices en cada nodal. Las articulaciones de las placas columnares son simplécticas con crestas distintivas a lo largo del borde en un patrón petaloide. Los “pétalos” nunca son extremadamente estrechos ni separados por grandes

espacios radiales. La longitud de las series internodales varía, desde uno o dos, hasta más de 30 placas, según la especie.

Intervalo estratigráfico. La familia se conoce desde el Triásico al Reciente (Weinberg-Rasmussen, 1978).

Discusión. En el ejemplar de la Figura 9d se ve la cara articular de una placa con sección transversal pentaestelada, donde cada radio tiene forma de ojiva terminada en punta,

hay un lumen moderadamente estrecho, en cada lóbulo hay una cara petaloide, ovalada, alargada cuyo extremo interior toca el lumen y el extremo exterior se une a la punta del lóbulo. El pétalo es alargado y estrecho, pero dejando una área interna amplia y dejando interáreas entre los pétalos también grandes. Los bordes de los pétalos están formados por una sucesión de crestas de igual tamaño, orientadas perpendicularmente a la línea del pétalo en número de nueve a diez. La morfología corresponde con la familia Isocrinidae, pero las características de los costados son invisibles por lo que el género queda indeterminado.

Los ejemplares colectados reúnen las características del perfil transversal y algunas de la cara articular, pero no muestran los laterales porque son moldes de placas individuales cuyo carbonato original se diluyó y en otros casos son impresiones sólo de la cara articular, en todo caso no tienen cicatrices cirrales, no hay secuencias de nodales e internodales. Sin embargo el intervalo estratigráfico y el perfil permiten apoyar este Orden y Familia.

Género *Isocrinus*? von Meyer, 1836
Figura 9b

Isocrinites pendulus, von Meyer, 1836, p. 57.
Isocrinus? von Meyer. Wienberg-Rasmussen, 1978, p. 851-853, fig. 571 (1e).

Material. Proviene de la localidad de estudio. Se almacena como UAHMP-2253.

Diagnosis. La sección transversal de la columna es desde redondeada a subpentagonal o pentalobulada, las placas columnares proximales siempre son pentalobuladas, de tamaño alternante y con poros radiales en las suturas. Las placas nodales tienen cinco cicatrices cirrales elípticas, casi tan altas como la cara lateral. La articulación de las placas columnares es por “pétalos” elípticos y continuación gradual de crénulas radiales y adradiales que alcanzan la mayor longitud en áreas marginales, formando un ángulo oblicuo con el eje radial y disminuyendo hacia el punto interr radial y hacia el centro de la cara articular. Los fósiles de placas columnares de isocrínidos, con articulación similar a *Isocrinus* usualmente son referidas al género, aunque tales placas podrían encontrarse dentro de varios géneros de la familia.

Localidad y posición estratigráfica. Temapá, Hidalgo, Formación Despí. Género indicativo del Triásico al Reciente (Weinberg-Rasmussen, 1978).

Discusión. Se deja en duda el género aunque es probable, a reserva de obtener mejores ejemplares. El ejemplar de la Figura 9b es el molde externo de una placa subpentagonal, con las puntas de la estrella prominentes, pero sin comisuras, con las interlíneas planas, el lumen es estrecho y de él radian cinco interáreas claras que llegan a tocar los lados rectos.

En los lóbulos se esbozan aún estructuras petaloideas cortas y anchas con crénulas que van por el borde del lóbulo, en número de seis o siete por lado de cada pétalo, en el centro del pétalo corre una cresta que en el original era un surco intracrenular. Todo coincide con la familia Isocrinidae, pero las características genéricas están ausentes.

Familia Pentacrinitidae Gray, 1842
Figura 9c

Material. Proviene de la localidad de estudio. Se almacena como UAHMP-2254.

Diagnosis. La columna varía desde pentalobulada, estelada o pentagonal hasta circular transversalmente. La longitud es extremadamente variable, desde centímetros a más de 15 metros. El diámetro de la columna generalmente decrece ligeramente hacia la parte distal. La cara superior de las placas columnares podría formar un domo piramidal. Las placas columnares son marcadamente alternantes en forma, a tal grado que la forma de las placas columnares más pequeñas podría ser parcial o completamente enmascarada por las mayores. La parte proximal de la columna se forma por dos placas nodales, pero la parte distal tiene secuencias internodales expuestas. Las placas nodales tienen cinco cicatrices cirrales pequeñas y estrechas que van de elípticas a rómbicas. La cara articular de las placas columnares tiene “pétalos” muy estrechos rodeados por un borde de crestas. Cada “pétalo” está separado por áreas rugosas o lisas, más o menos triangulares.

Localidad y posición estratigráfica. Temapá, Hidalgo. Presente del Jurásico inferior al superior. (Wienberg-Rasmussen, 1978).

Discusión. El ejemplar es un molde de una placa pentagonal descarbonatada cuyo centro esa fuera de foco, por la forma prismática piramidal típica de la familia Pentacrinitidae. Se ven los costados rectos haciendo perfil pentagonal y se ven las interáreas y los pétalos alargados así como el lumen; un lateral y medio está roto pero es fácil extrapolar visualmente a partir de los tres y medio que están completos, dada la simetría radial. Coincide con la familia Pentacrinitidae, pero las características genéricas están deterioradas o ausentes tales como los cirrales o las secuencias nodales e internodales.

GEOLOGÍA

Secuencia finamente estratificada

Se describe en detalle a partir de una muestra del horizonte B (Figura 3) que se considera representativa del paquete clástico Temapá de 26.6 metros. En un espesor de

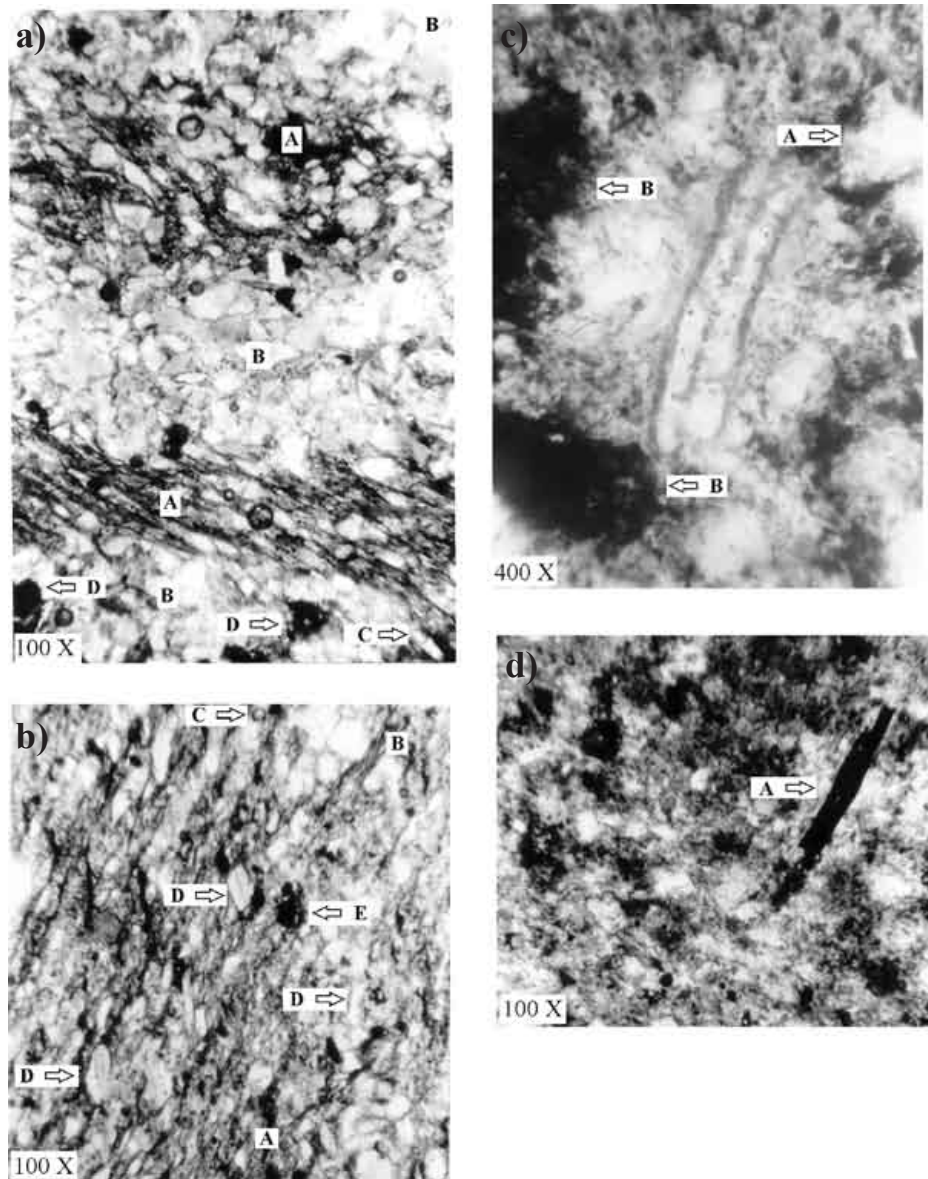


Figura 10. Fotografías de secciones delgadas de 30 micras. a) Detalle de la intercalación rítmica de arenas finas (B) en la limonita arenosa (A), cuarzo (C), cuerpos opacos (D) (100 X). b) Aspecto de las capas de limo arenoso con inclusiones de bioclastos (C) y pirita (D) (400 X); c) Bioclasto con dos capas de crecimiento (400 X); d) Posible bioclasto piritizado (A) (100 X). Más detalles en el texto.

26 centímetros sobre la cara fresca de una fractura ortogonal típica de la formación se notan 11 bandas del rango centimétrico, cada una promedia 10.47 milímetros de grosor con 13 láminas milimétricas. Estas últimas tienen 0.71 milímetros de grosor promedio, siendo 79 capas de arena fina, con 0.31 mm de grosor promedio y 84 capas de limo arenoso con 1.24 mm en promedio (Figura 7).

Secciones delgadas de roca

En la Figura 10a se muestra una sección perpendicular al plano de estratificación, donde se aprecia una intercalación rítmica de limolita hematizada (A), en la que hay algunos

granos de cuarzo de menor tamaño, pero dominan minerales arcillosos con hematita y filosilicatos con clorita, y (B) es una lámina con granos de cuarzo que varían de angulosos a subredondeados en una matriz pobre en arcillas cloritizadas y oxidadas. En ambas capas se mezclan bioclastos muy angulosos cuyo carbonato han sido sustituidos por silicato (C). Se observan cristales que tienden a idiomórficos de pirita (D). Las estructuras esféricas son residuos del fijador con que ha sido cubierta la lámina para su montaje permanente. En la Figura 10b se ve un aspecto de las intercalaciones de limolita (A) y arenisca (B), ambas con bioclastos angulosos (C) y pirita (D), aunque aquí es menos clara la hematita.

En la Figura 10c se aprecia un bioclasto de molusco,

ya sustituido por sílice, está rodeado por granos de cuarzo anguloso a subredondeado, blanquecinos a incoloros (A) y negros (B). Todo en una matriz parcialmente cloritizada durante la diagénesis y hematizada después.

En la Figura 10d se aprecia un bioclasto de dos capas (A) sustituido por pirita, a diferencia de los anteriores bioclastos sustituidos por sílice.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Asociaciones fósiles y facies

Los tres tipos de asociaciones fósiles, descritos en el apartado de geología y estratigrafía, están relacionados con el tipo de sedimento y la facies que representan, ya que existe diferente composición específica probada con el índice de diversidad de Simpson.

La asociación uno (Figura 4) que contiene *Coroniceras conybeari*, *Paltechioceras mexicanum*, *P. rothpletzi*, algunos echiocerátidos no identificados y *Posidontis* cf. *semiplicata*, tiene índice de diversidad con valor de 0.74 y de dominancia 0.112, con las tallas mayores, que promedian 58,76 cm.; sólo está presente en limolita arenosa. La asociación dos (Figura 5) consiste en *Paltechioceras mexicanum*, *P. rothpletzi*, *Phylloceras* sp., *Ortechioceras incaguasiense*, equiocerátidos no identificados, *Sulciferites* cf. *stenorhynchus*, tiene índice de diversidad de 0.5 y dominancia de 0.4, es decir más riqueza específica, con tallas menores que la asociación uno, promediando 32.84; sólo está presente en arena fina. La tercera asociación (Figura 6) contiene muchos bioclastos rotos de amonitas, pero siempre presentes en la arenisca fina. Consiste en las especies *P. mexicanum*, *Phylloceras* sp., *O. incaguasiense*, más dos isocrínidos distintos, un pentacrínido y un gasterópodo no identificado, con índice de diversidad 0.92 y dominancia 1.15, con talla promedio de 16.73 mm considerando sólo dos ejemplares completos.

Tales diferencias en diversidad, dominancia y tallas, muestran que la composición faunística es distinta entre las asociaciones; particularmente acusada entre la asociación uno y dos. Ello podría deberse a que la menor dominancia de la asociación dos es producto de especies pertenecientes a la propia facies de depósito, más otras que llegan por algún tipo de arrastre. Hay menor diferencia comparativa entre la asociación dos y la tres, pero esta última se caracteriza por ser fragmentos transportados por oleaje, lo que podría indicar que las faunas de la tercera son más costeras que de mar abierto. Tal vez la segunda asociación también proviene de la plataforma por estar en areniscas finas.

En consecuencia, la presencia repetida de los tres tipos de asociaciones a lo largo del espesor del paquete sedimentario, en combinación con la alternancia cíclica de arenas y limos con espesores milimétricos, evidencia la existencia de procesos tafonómicos variables en corto plazo, pero cuya frecuencia muestra condiciones sostenidas a largo

plazo en la paleocuenca. El argumento anterior y el hecho de que la composición faunística incluye representantes del bentos, necton, ambientes neríticos y demersales, deben tomarse en cuenta para la futura interpretación del ambiente de depósito de la Formación Despí.

En particular, el hábitat y facies caracterizados por amonoideos planctónicos de zona fótica (menos de 200 metros de profundidad) definido para *Paltechioceras mexicanum*, *P. rothpletzi* y *Ortechioceras incaguasiense* (Westermann, 1996), que son numéricamente dominantes en este afloramiento en las tres asociaciones, indica facies

Tabla 2. Diámetros de los ejemplares de amonoideos, ordenados en función de las asociaciones a que pertenecen.

Ejemplar	Diámetro	Asociación	Ejemplar	Diámetro	Asociación
1	6.51	1	48	8.04	2
2	6.63	1	49	8.55	2
3	7.05	1	50	8.63	2
4	8.27	1	51	8.80	2
5	9.03	1	52	9.15	2
6	11.68	1	53	9.15	2
7	11.84	1	54	9.68	2
8	12.70	1	55	9.79	2
9	12.97	1	56	10.24	2
10	13.42	1	57	10.70	2
11	14.37	1	58	10.90	2
12	14.93	1	59	11.02	2
13	15.86	1	60	11.18	2
14	16.52	1	61	11.18	2
15	17.13	1	62	11.32	2
16	22.65	1	63	11.36	2
17	24.00	1	64	11.53	2
18	24.60	1	65	11.65	2
19	25.27	1	66	11.67	2
20	27.00	1	67	11.84	2
21	27.27	1	68	12.13	2
22	28.00	1	69	12.53	2
23	28.00	1	70	12.61	2
24	29.25	1	71	12.61	2
25	30.00	1	72	12.75	2
26	30.61	1	73	12.93	2
27	50.76	1	74	13.00	2
28	58.36	1	75	13.08	2
29	60.00	1	76	13.30	2
30	60.00	1	77	13.76	2
31	67.00	1	78	13.80	2
32	70.26	1	79	13.95	2
33	92.60	1	80	14.79	2
34	138.00	1	81	15.70	2
35	180.00	1	82	19.10	2
36	3.94	2	83	19.72	2
37	3.95	2	84	20.00	2
38	4.66	2	85	21.69	2
39	6.11	2	86	30.00	2
40	6.70	2	87	31.50	2
41	6.78	2	88	32.07	2
42	6.92	2	89	33.61	2
43	6.95	2	90	34.86	2
44	7.06	2	91	36.00	2
45	7.14	2	92	44.46	2
46	7.16	2	93	49.26	2
47	7.27	2	94	150.00	2

neríticas de plataforma, con cercanía de lutitas y limolitas. En cuanto al hábitat y facies definidas para los oxinoticerátidos, como *Sulciferites (Angulaticeras)* en este caso, indican también la misma facies anterior, sin embargo sólo hay un ejemplar de esta especie de hábito nectónico. En el caso de los arietítidos, como *Coroniceras* presente en la asociación uno, se asumen como indicadores de hábitos planctónicos.

A *Phylloceras* se le considera desde hábito nectónico/demersal hasta la parte alta del talud, sin llegar a la plataforma, en profundidad que oscila entre 65 y 480 metros de profundidad (Westermann, 1996). Si bien se reportan como muy abundantes en facies oceánicas profundas por arrastre desde el talud, su presencia moderada indica condiciones de talud, especialmente en la formación de las asociaciones dos y tres.

Aunado a estas consideraciones se halla *Posidontis* cf. *semiplicata*, caracterizada para ambientes disóxicos de grano fino (Aberhan, 1996) formadora de pavimentos en densas asociaciones, coincidente con la litología de la

asociación uno, donde se halla junto con diversos amonites planctónicos que debieron caer directamente ahí.

La presencia de los crinoides bentónicos de plataforma costera y/o abierta, depositados en la asociación tres, junto a los gasterópodos de hábitat nerítico, indican la cercanía de condiciones costeras y de arrastre. La presencia de los crinoides pseudoplanctónicos también es producto de arrastre, ya que los isocrínidos son de facies arenosas epibentónicas, de zona submareal fótica y que los pentacrínidos son de hábitat pseudoplanctónico adheridos a objetos flotantes (Hess *et al.*, 1999).

La presencia de hematita (Figuras 10a y 10b) se debe a infiltración de los sedimentos, aprovechando fracturas tectónicas posdiagenéticas. La clorita que le acompaña indica degradación de los silicatos de aluminio.

La textura

El sedimento limo/arenoso fino se formo en condiciones de cuenca, influenciado cíclicamente por deposición de arena fina típica de la plataforma, esta última es cuarcita angulosa a subredondeada, que implica transporte moderado a partir de un protolito ígneo. El tamaño de los granos y su contenido de moluscos fragmentados sugiere una plataforma arenosa en nivel submareal. Esta arena fue depositada cíclicamente, como indica su intercalación regular en el sedimento fino.

Las tallas

En la Tabla 2 se reportan los diámetros de los ejemplares de amonoideos encontrados en las tres distintas asociaciones. La distribución de los intervalos de clase para todas las especies juntas, realizado para asociación uno (Figura 11a), asociación dos (Figura 11b) y uniendo las asociaciones uno y dos (Figura 11c) muestran distribución normal con asimetría hacia las tallas menores cuando se grafican. Tal distribución corresponde en principio con la estrategia de vida de los invertebrados, consistente en la abundancia de tallas menores, lo que podría indicar que el arrastre sufrido por ambas asociaciones es moderado al no haberse alterado, por transporte diferencial, la estructura de tallas. Es decir que tanto los bioclastos de la asociación uno, en matriz de limolitas (Figura 4) como los bioclastos de la asociación dos, en matriz de arena fina (Figura 5), sufrieron poco transporte.

Crinoides

Este es el primer reporte de la familia Isocrinidae para México, en especial a partir de placas columnares después de la mención por sinonimia de *Austinocrinus* sp. (Isocrinidae) con *Balanocrinus mexicanus* en Weinberg-Rasmussen

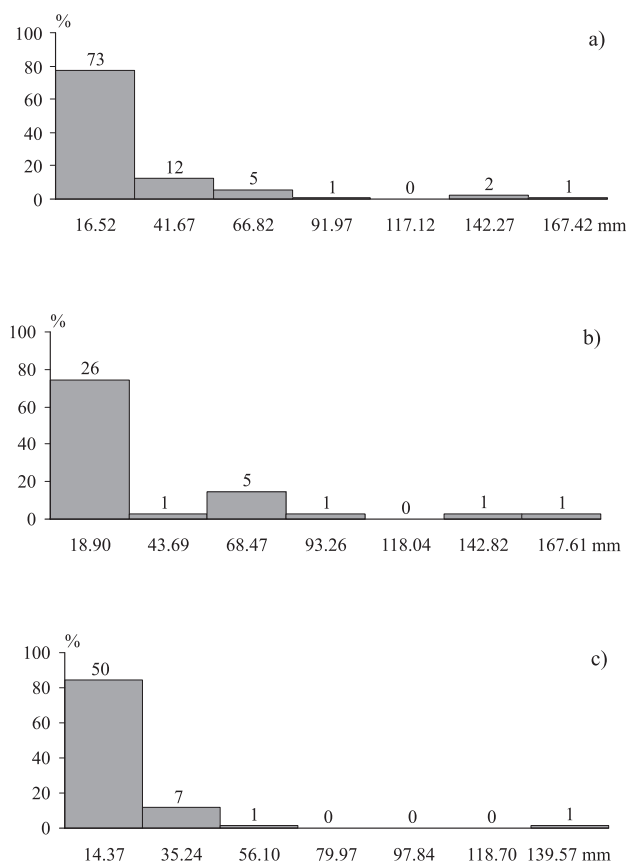


Figura 11. Distribución de frecuencias de las tallas (diámetro) de los amonoideos del afloramiento. Se muestra el porcentaje y el número total de ejemplares, con respecto al diámetro promedio de cada talla. a: Distribución de frecuencias de las tallas del total de amonoideos del afloramiento. b: Distribución de frecuencias de las tallas de los amonoideos en la asociación tipo uno. c: Distribución de frecuencias de los diámetros de los amonoideos en la asociación tipo dos.

(1978) de la cual no se halla información adicional. Por otro lado, sólo se conoce un informe de *Angulocrinus policlonus* para el Liásico mexicano (Buitrón, 1990), en el Oxfordiano de Tlaxiaco, Oaxaca, sin más sobre crinoideos para el Liásico mexicano.

Las placas columnares de isocrínidos (Figuras 9c y 9d) indican algo sobre la naturaleza del proceso de sedimentación ya que conservan suficientes características para indicar que sufrieron poco desgaste. Considerando que los crinoideos se desarticulan fácilmente al morir, que los isocrínidos crecían sobre fondo móvil y los pentacrínidos sobre objetos flotantes, es posible que se acumulasen en zona submareal y se deslizaran al fondo junto a los restos de moluscos. Es interesante notar que hasta ahora no hubiese reportes para esta formación.

Amonoideos

Si bien casi todos los amonoideos ya habían sido reportados recientemente para la zona en relación a bioestratigrafía en los excelentes trabajos de Blau *et al.* (2001; 2003) y de Meister *et al.*, (2002), *Sulciferites* cf. *stenorhynchus* no lo había sido. Sin embargo, la presencia y diversidad de amonoideos en cuanto a las asociaciones que forman no se había dado a conocer para el Grupo Huayacocotla, ahora se definen tres tipos de asociaciones, las cuales seguramente son producto, tanto del ambiente en que vivieron como de procesos tafonómicos particulares, que podrían repetirse en otras secciones estratigráficas de la paleocuenca. Estas podrían ser indicadores paleoambientales cuando se estudien más detalladamente.

La contribución de los amonoideos, junto a los crinoideos y a moluscos como bivalvos y gasterópodos, en unión con los parámetros litológicos y texturales, permite una buena caracterización de este afloramiento, la cual en conjunto con futuras caracterizaciones similares de otros afloramientos, permitirá comprender el paleoambiente de la Formación Despí y por lo tanto conocer más sobre del origen de las rocas del Grupo Huayacocotla y por extensión de la Sierra Madre Oriental.

AGRADECIMIENTOS

Por el financiamiento, al Programa de Mejoramiento del Profesorado de Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública (PROMEP) gestionado por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Por el vehículo al Centro de Investigaciones Biológicas, a través de los Doctores Numa Pompilio Pavón y Raúl Ortiz Pulido. Por las fotografías de la Figura 10 al M. en C. Mario Segura Almaraz del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEH. Se agradece especialmente a la Doctora Ana Bertha Villaseñor del Instituto de Geología de la UNAM por los señalamientos al manuscrito original y al Doctor

Reinhardt Schmidt-Effing de la Universidad Phillips de Marburg, Alemania, por la revisión y comentarios al texto. Deseamos hacer una dedicatoria póstuma a la Arqueóloga Laura Esquivel Macías (Q.E.P.D.).

REFERENCIAS

- Aberhan, M. 1993., Benthic macroinvertebrate associations on a carbonate clastic ramp in segments of the early Jurassic back arc basin of northern Chile (26° – 29° S): *Revista Geológica de Chile*, 20, 105-136.
- Aberhan, M., 1994, Early Jurassic Bivalvia of Northern Chile, Part I, Subclasses Paleotaxodonta, Pteriomorpha and Isofilibranchia. *Beringeria: Würzburger Geowissenschaftliche Mitteilungen*, 13, 108 p.
- Aberhan, M. 1998, Paleobiogeographic patterns of pectinoid bivalves and the Early Jurassic tectonic evolution of western Canadian terrains: *Palaaios*, 13, 129-148.
- Aberhan, M., Palfy, J., 1996, A low oxygen tolerant east pacific flat clam (*Posidontis semiplicata*) from lower Jurassic of the Canadian cordillera: *Canadian Journal of Earth Sciences*, 33, 993-1006.
- Aberhan, M., Muster, H., 1997, Paleobiology of Early Jurassic Bakevellid Bivalves From Western Canada: *Paleontology*, 40(3), 799–815.
- Aguayo-Camargo, J.E., 1977, Sedimentación y Diagénesis de la Formación “Chipoco” (Jurásico Superior) en afloramientos, estados de Hidalgo y San Luis: *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo*, 9(2), 11–37.
- Arellano-Gil, J., Vachard, D., Yussim, S., Flores de Dios-González, A., 1998, Aspectos estratigráficos, estructurales y paleogeográficos del Pérmico Inferior al Jurásico Inferior en Pemuxco, Estado de Hidalgo, México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15(1), 9–13.
- Blau, J., Meister, C., 2000, Upper Sinemurian ammonite successions based on 41 faunal horizons; an attempt at worldwide correlation: *Georesearch Forum*, 6, 3–12.
- Blau, J., Meister, C., Schmidt-Effing, R., Schlatter, R., 2001, Ammonites from the Lower Jurassic (Upper Sinemurian) of Tenango de Doria (Sierra Madre Oriental, Mexico), Part I, *Erbenites* n. gen., a new *Asteroceratinae*: *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 3, 175–183.
- Blau, J., Meister, C., Schlatter, P., Schmidt-Effing, R., 2003, Ammonites from the lower Jurassic (Sinemurian) of Tenango de Doria (Sierra Madre Oriental), México. Part III; *Echioceratidae*: *Revue Paleobiologie Geneve*, 22(1), 421-437.
- Begon, M.J., Harper, L., Townsend, C.R., 1989, *Ecology; Individuals, Populations and Communities*: N.Y., Wiley and Sons, 876 p.
- Böse, E., 1894, Uebes liasische und mittljiurassische Fleckenmergel in den bayerischen Alpen: *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 46, 703–768.
- Buckman, J., 1844, Outline of the geology of neighbourhood of Cheltenham, in Murchinson, R.I. (ed.), *Outline of the Geology of Neighbourhood of Cheltenham*. A new ed.: London, Murray, 1–109.
- Buckman, S.S., 1913 (1909-1930), *Yorkshire Type Ammonites*: London, William Wesley & Son., vol. 1 y 3, 68–130.
- Buitrón-S., B.E., 1990, La presencia de *Angulocrinus policlonus* (Félix) en el Oxfordiano del Sur de México: *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo*, XXII (3), 19–25.
- Burckhardt, C., 1930, *Etudes syntétiques sur le Mesozoïque mexicain*: *Société Paleontologique Suisse, Memoir*, 49-50, 1–280.
- Cantú-Chapa, A., 1971, La serie Huasteca (Jurásico Medio-Superior) del centro este de México: *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo*, 3(2), 17–40.
- Carrillo-Bravo, J., 1965, Estudio geológico de una parte del anticlinorio de Huayacocotla: *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 17(5-6), 73–96.
- Cuvier, G., 1797, *Tableau elementaire de l'histoire naturelle des animaux*:

- Paris, 710.
- Damborenea, S.E., 1993, Early Jurassic South American pectinaceans and circum-Pacific palaeobiogeography: Paleogeography, Paleoclimatology, Palaecology, 100, 109-123.
- Damborenea, S.E., 2000, Hispanic Corridor; Its Evolution and the Biogeography of Bivalve Molluscs. *Georesearch Forum*, 6, 369-380.
- De Bruguere, J.G., 1797, Vers, Coquilles, Molusques et Polypers, *Tableau encyclopedique méthodique des trois regnes de la nature*: Agasse, Paris, v. 2, 757 p.
- Díaz-Lozano, E., 1916, Descripción de unas plantas liásicas de Huayacocotla, Veracruz. Algunas plantas de la flora liásica de Huauchinango, Puebla: Instituto Geológico de México, Boletín, 34, 1-18.
- Erben, H.K., 1956a, El Jurásico Medio y el Calloviano de México: México, en XX Congreso Geológico Internacional: México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 140 p.
- Erben, H.K., 1956b, El Jurásico Inferior de México y sus Amonitas, en XX Congreso Geológico Internacional: México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 393 p.
- Flores-Castro, K., 1993, Bosquejo Estratigráfico de la Porción Oriental del Estado de Hidalgo, México: Chihuahua, México, Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería, tesis profesional, 63 p.
- Frech, F., 1907-1913, *Lethaea Geognostica*, *Handbuch der Erdgeschichte; Mit Abbildung der für die Formationen bezeichnendsten Versteinerungen*: Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Teil II, Das Mesozoikum, Band 3, Kreide, Abt. 1, Unterkreide (Paläokretazikum), in 3 Lieferungen.
- Gislén, T., 1924, *Echinoderm Studies: Zoologiska Bidrag från Uppsala*, (9), 349 p.
- Gray, J.E. 1842, *Synopsis of the contents of the British Museum*: London, G. Woodfall, 44th ed. 308 p.
- Hess, H., Ausich, W.I., Brett, C.E., Simms, M.J., 1999, *Fossil Crinoids*: Cambridge, England, Cambridge University Press, 275 p.
- Hillebrandt, A. von, 2002, Ammoniten aus dem oberen Sinemurian von Sudamerika: *Revue Paléobiologie*, 21(1), 35-147.
- Hyatt, A., 1867, The fossil Cephalopods of the Museum of Comparative Zoology: Harvard, *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 1 (5), 71-102.
- Hyatt, A., 1874, Remarks on the new genera of ammonites, Agassicerans and Ooxinocerans: Boston Society of Natural History, *Proceedings*, 17, 225-235.
- Hyatt, A., 1889, Genesis of the Arietidae: *Smithsonian Contribution Knowledge*, 26 (673), 250 p.
- Hyatt, A., 1894, Trias and Jura in the Western States: *Geological Society of America Bulletin*, 5, 395-434.
- Imlay, R.W., Cepeda, E., Álvarez, M., Díaz-González, T., 1948, Stratigraphic relations of certain Jurassic formations in eastern Mexico: *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 32(9), 1750-1761.
- Lange, W., 1951, Die Schloteimiinae aus dem Lias Alpha Norddeutschlands: *Palaeontographica A*, 100, 1-128.
- Lossaco, U., 1942, Un nuovo genere alieniano di aviculida e della sabina: *Revista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 48, 9-10.
- Meister, C., Blau, J., Schlatter, R., Schmidt-Effing, R., 2002, Ammonites from the lower Jurassic (Sinemurian) of Tenango de Doria (Sierra Madre Oriental, México). Part II: Phylloceratoidea, Lytoceratoidea, Schloteimiidae, Arietittinae, Oxynoticeratidae, and Eoderoceratidae: *Revue Paléobiologie*, 21(1), 391-409.
- Mendoza-Rosales, C., Arellano-Gil, J., Silva-Romo, G., 1992, Nuevas localidades del contacto transicional de las formaciones Huizachal y Huayacocotla, en Convención Geológica Nacional No. 11: Veracruz, Ver., México, Sociedad Geológica Mexicana, p. 121.
- Miller, J.S., 1821, A Natural History of the Crinoidea, or Lily Shaped Animals, with observations on the genera Asteria, Euryale, Comatula and Marsupites: Bristol, Bryan and Co., 150 p.
- Meyer, H. von, 1836, Mittheilungen an Professor Brom G. Erichet: *Neues Jahrbuch Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde*, 55-61.
- Ochoa-Camarillo, H.R. 1996, Geología del Anticlinorio de Huayacocotla en la Región de Molango, Estado de Hidalgo, México: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, tesis de maestría, 91 p.
- Ochoa-Camarillo, H.R., 1997a, Geología del anticlinorio Huayacocotla en la región de Molango, Hidalgo, México, en Gómez-Caballero, A., Alcayde-Orraca, M. (eds.), II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Pachuca, Hgo., México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología de la UNAM, Guía de las excursiones geológicas, 1-17.
- Ochoa-Camarillo, H.R., 1997b, Aspectos bioestratigráficos, paleoecológicos y tectónicos del Jurásico (anticlinorio de Huayacocotla) en la región de Molango, Hidalgo, en Gómez-Caballero, A., Alcayde-Orraca, M. (eds.), II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Pachuca, Hidalgo, México: México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UAEH, Instituto de Geología, UNAM, Simposia y Coloquio, sin paginación.
- Ochoa-Camarillo, H.R., Buitrón, B.E., Silva-Pineda, A., 1997, Red Beds of the Huayacocotla Anticlinorium, State of Hidalgo, East Central Mexico: Kansas, USA: Geological Society of America, *Abstracts with Programs*, 29(2), 1-42.
- Ochoa-Camarillo, H.R., Buitrón-S., B.E., Silva-Pineda, A., 1998, Contribución al conocimiento de la Bioestratigrafía, Paleoecología y Tectónica del Jurásico (Anticlinorio de Huayacocotla) en la Región de Molango, Hidalgo, México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15(1), 57-63.
- Pedrazzini, C., Bazañez-Loyola, M.A., 1978, Sedimentación del Jurásico Medio-Superior en el Anticlinorio de Huayacocotla-Cuenca de Chicontepec, Estados de Hidalgo y Veracruz, México: *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo*, 10(3), 6-25.
- Quenstedt, F.A., 1883-1885, Die ammoniten des Schwäbischen Jura, Band 1, Der Schwarze Jura (Lias): Stuttgart, Schweizerbart, 440 p.
- Riccardi, A. C., Damborenea, S. E., Manceño, M. O., Ballent, S. C., 1988, Hettengiano y Sinemuriano marinos en Argentina, en V Congreso Geológico Chileno, Santiago de Chile, 2, 359-373.
- Rueda-Gaxiola, J., Dueñas, M.A., Rodríguez, J.L., Minero, M., Uribe, G., 1993, Los anticlinorios de Huizachal Peregrina y de Huayacocotla; dos partes de la fosa de Huayacocotla: *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 43(2), 1-29.
- Schlatter, R., Schmidt-Effing, R., 1984, Bioestratigrafía y fauna de amonites del Jurásico Inferior (Sinemuriano) del área de Tenango de Doria (Estado de Hidalgo, México), en 3er Congreso Latinoamericano Paleontología, Oaxtepec, Mor., México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Memorias*, 154-156.
- Schmidt-Effing, R., 1980, The Huayacocotla Aulacogen in Mexico (Lower Jurassic) and the origin of the Gulf of Mexico, en Pilger, R.H. Jr. (ed.), *Symposium on the Origin of the Gulf of Mexico and the Early Opening of the Central North Atlantic*, *Proceedings: Baton Rouge, USA, Louisiana State University*, 79-86.
- Sieverts-Doreck, H., 1951, Über Isocrinidae aus der danischen Kreide: *Dansk Geologisk Forening Meddelelser*, 12, 104-109.
- Silva-Pineda, A., 1978, Paleobotánica del Jurásico de México-Contribuciones a la Paleobotánica del Jurásico de México: *Paleontología Mexicana*, 44(1), 1-16.
- Sowerby, J., 1816, *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, B. Meredith, v. 2, 29-119.
- Spath, L.F., 1923, The ammonites of the "Shales-with-beef", Part 2, *Paleontology: Geological Society of London, Quarterly Journal*, 79, 66-68.
- Spath, L.F., 1924, The ammonites of the Blue Lias: *Proceedings of the Geologists' Association*, 35 (3), 186-211.
- Suess, E., 1866, Über Ammoniten: *Wien, Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Sitzungsberichte der Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, Abt. 1, Band 52*, 71-89.

- Sutter, M., 1990, Hoja Tamasunchale, 14-Q-e (5) con Geología de la hoja Tamasunchale, estados de Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí: México, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. Carta Geológica de México, Serie 1:100 000, un mapa con texto, 55 p.
- Trueman, A.E., Williams, D.M., 1925, Studies in the ammonites of the family Echioceratidae: Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 53, 699–739.
- Westermann, G.E.G., 1996, Ammonid Life and Habitat, in Landman, N.H., Tanabe, K., Davis, R.A. (eds.), Ammonoid Paleobiology: New York and London, Plenum Press, 607–707.
- Wienberg-Rasmussen, H., 1978, Articulata, in Ubahgs, G., Moore, R.C., Wienberg-Rasmussen, H., Gary Lane, N., Breimer, A., Strimple, H.L., Brower, J.C., Jeffords, R.M., Sprinkle, J., Peck, R.E., Macurda D.B. Jr., Meyer, D.L., Roux, M., Sieverts-Doreck, H., Foyand, R.O., Robison, R.A. (eds.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part T, Echinodermata: The University of Kansas and Geological Society of America, 848 p.
- Zittel, K.A. von, 1884, Cephalopoda, in Zittel, K.A. von, Handbuch der Palaeontologie: Munich and Leipzig, R. Oldenbourg, 1, abteilung 2, Lieferung 3, 1-893.
- Zittel, K.A. von, 1876-80, Palaeozoologie, in Zittel, K.A. von, Handbuch der Palaeontologie: Munich and Leipzig, Oldenbourg, Band 1, abteilung 1, 756 p.

Manuscrito recibido: Enero 15, 2004

Manuscrito corregido recibido: Diciembre 9, 2004

Manuscrito aceptado: Diciembre 14, 2004