

Nota corta

Calpionélidos en una sucesión vulcano-sedimentaria en Guanaceví, Durango, occidente de México

*Calpionellids in a volcano-sedimentary succession in Guanaceví, Durango, western Mexico*Samuel Eguiluz y de Antuñano^{1,*}, Rafael López-Martínez²¹ Consultor, Rinconada Precolombina, Bonampak 103, CDMX.² Laboratorio de Carbonatos y Procesos Kársticos, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, 04510 Coyoacán, CDMX, México.* Autor para correspondencia: (S. Eguiluz y de Antuñano) seguiluz662@gmail.com

RESUMEN

En Guanaceví, Durango, trabajos previos describen una sucesión vulcano-sedimentaria referida como Complejo Volcánico Inferior. En esta sucesión se reportó *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica* y *Tintinnopsella carpathica*, en estratos de caliza considerados del Berriasiano Medio. La localidad de este hallazgo es imprecisa y no se aportaron pruebas taxonómicas de los microfósiles para constatar su presencia en rocas de esta edad en el occidente de México. El presente trabajo tiene como objetivo ofrecer evidencia taxonómica del conjunto fosilífero compuesto por *Chitinoidea* sp., *Crassicollaria* sp., *Crassicollaria massutinianna*, *Remaniella* sp. y *Tintinnopsella carpathica*, del Tithoniano tardío y Berriasiano temprano, así mismo, se da la ubicación precisa de las localidades fosilíferas. La presencia del conjunto fosilífero tratado aquí, aunado a reportes previos sobre la existencia relativamente cercana de *Crassicollaria massutinianna*, extiende la distribución de los calpionélidos, de entorno tetisiano, al margen Pacífico Boreal en el occidente de México.

La sucesión estratigráfica en la que se encuentran los fósiles está formada, en la base por conglomerado polimíctico inmaduro, que pasa de forma gradual hacia arenisca, lutita y caliza, con toba y derrames de andesita intercalados. Estas litologías posiblemente representan una transgresión, que pasa de facies continental a litoral marginal y marino profundo, con vulcanismo.

Palabras clave: *Chitinoidea*, *Crassicollaria*, *Remaniella*, *Tintinnopsella carpathica*, transgresión, Tithoniano-Berriasiano, margen Pacífico.

ABSTRACT

In Guanaceví, Durango, previous works describe a volcano-sedimentary succession referred to as the Lower Volcanic Complex. In this succession, *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica* and *Tintinnopsella carpathica* were reported in limestone strata considered to be from the Middle Berriasian. The locality of this find is imprecise, and no taxonomic evidence of the microfossils was provided to verify their presence in rocks of this age in western Mexico. The objective of this work is to offer taxonomic evidence of the fossiliferous assemblage composed of *Chitinoidea* sp., *Crassicollaria* sp., *Crassicollaria massutinianna*, *Remaniella* sp., and *Tintinnopsella carpathica*, from the late Tithonian to the early Berriasian, likewise, the precise location of the fossiliferous localities is given. The presence of the fossiliferous assemblage treated here, together with previous reports on the relatively close existence of *Crassicollaria massutinianna*, extends the distribution of calpionellids, from a Tethyan environment to the Boreal Pacific realm in western Mexico.

The stratigraphic succession in which the fossils are found is formed, at the base, by polymictic and immature conglomerate, which gradually passes into sandstone, shale, and limestone, with tuff and andesite spills interspersed. The characteristics of these lithologies possibly represent a transgression, from continental facies to marginal coastal and deep marine facies, with volcanism.

Keywords: *Chitinoidea*, *Crassicollaria*, *Remaniella*, *Tintinnopsella carpathica*, transgresión, Tithonian-Berriasiano, Pacific realm.

Cómo citar este artículo:

Eguiluz y de Antuñano, S., López-Martínez R., 2024, Calpionélidos en una sucesión vulcano-sedimentaria en Guanaceví, Durango, occidente de México: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 76 (1), A300124. <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2024v76n1a300124>

Manuscrito recibido: 7 de Julio de 2023.

Manuscrito corregido: 20 de Diciembre de 2023.

Manuscrito aceptado: 24 de Enero de 2024.

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

1. Introducción

Los calpionélidos fueron organismos unicelulares de afinidad incierta cuya distribución ha estado enmarcada en el dominio tetisiano. Sin embargo, trabajos previos extienden este registro al reino Pacífico austral (Fernández-Carmona y Riccardi, 1998, 1999; Kietzmann *et al.*, 2015; López-Martínez *et al.*, 2017). Si bien las rutas de dispersión aún son inciertas, se cree que el corredor hispánico y la posición de México durante el Tithoniano fue crucial para el tránsito del Tetis al Pacífico (Fernández-Carmona y Riccardi, 1999; López-Martínez *et al.*, 2017). En este sentido México se pone en el foco de atención de los especialistas a nivel mundial, especialmente las sucesiones estratigráficas en el occidente del país son la clave de las interpretaciones paleobiogeográficas.

El registro de fósiles del Jurásico Superior en el occidente de México es escaso, su descripción taxonomía es poco documentada o ausente, la ubicación geográfica generalmente imprecisa y carecen de una sección estratigráfica y litológica en la que se encuentran (Rangin, 1977; Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez, 1998; Cuevas-Orozco *et al.*, 2000). Villaseñor *et al.* (2005) describen con propiedad la existencia de ammonites y bivalvos del Oxfordiano y Tithoniano en Sonora. Esquivel y Zaragoza (1989) citan (sin probar) *Proniceras* sp., *Aulacosphinctes wilfrides*, *Berriasella zacatecana* y *Substeuroceras* sp., conjunto que data Tithoniano-Berriasiano, en localidad imprecisa de San José de Gracia, Sinaloa. Burrows (1908) reportó *Rhynchonella lacumosa* y otros moluscos en la vecindad de las minas La Reforma y Lluvia de Oro, en Chihuahua y Sinaloa, Imlay (1938), refiere a esta fauna edad Berriasiano o Valanginiano. De la concha de un belemnite se obtuvo *Crasicollaria massutinianna* del Tithoniano (Cuevas-Orozco *et al.*, 2000), pero no se aporta evidencia del fósil y la ubicación en donde este belemnite se colectó es dudosa. Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez (1998) indican (sin aportar pruebas) la presencia de *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica* y *Tintinnopsella carpathica*, que data a la roca como Berriasiano Medio. La roca que

contiene estos fósiles la incluyen en el Complejo Volcánico Inferior (CVI), en inmediación del pueblo de Guanaceví, Durango. En general, no hay trabajos que describan la posición de estos fósiles en secciones estratigráficas, o litologías que los contengan para identificar el ambiente sedimentario en que se encuentran, así mismo, no se plantea la correlación de estos fósiles con sucesiones estratigráficas del centro y oriente de México.

El poblado de Guanaceví, Durango (Figura 1), se sitúa en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental (SMOc) y geológicamente se encuentra en el Terreno Tahué (Sedlock *et al.*, 1993). Parte de la cubierta de este terreno es el Complejo Volcánico Inferior (CVI), compuesto por rocas vulcano-sedimentarias, de ambientes continental y marino, con edades entre ~101 a ~46 Ma y yace en discordancia angular bajo la Secuencia Volcánica Superior (Henry, 1975; McDowell y Keizer, 1977; Aranda-Gómez *et al.*, 1997; Ferrari *et al.*, 2005). En la SMOc varios autores usan impropriamente el término CVI, o dan nombre informal para litologías previas al CVI (Escamilla-Torres, 2001; González y Garnica, 1999; Torres-Ortiz *et al.*, 1999), sin establecer formalidad acorde al Código Estratigráfico Norteamericano (Barragán, *et al.*, 2010). La sucesión estratigráfica que aflora en Guanaceví se compone de un potente espesor de conglomerado, como la unidad litológica más antigua, varios autores interpretan su depósito en ambiente continental (Terrones-Benítez, 1922; Díaz-Unzueta, 1983; Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez, 1998). Este conglomerado pasa de forma gradual a una sucesión con arenisca, caliza, lutita, toba y andesita, que Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez (1998) la designan impropriamente como CVI, depositada en ambiente marino.

Este trabajo tiene como objetivos: aportar la descripción taxonómica de calpionélidos, que confirman la presencia del Tithoniano tardío y Berriasiano temprano, en Guanaceví, Durango, en el occidente de México. Así mismo, se aportan datos para considerar la migración de estos fósiles de entorno Tetisiano, al Pacífico Boreal.

Adicionalmente, se describe la litología, evolución estratigráfica y posición de estos fósiles en la sucesión que los contiene.

2. Método del trabajo

Con trabajos de campo se verificaron y tomaron muestras de localidades estratégicas para datar por micropaleontología a las rocas del distrito minero de Guanaceví. Con GPS se ubicaron localidades de muestreo y control geológico que se posicionaron en coordenadas Universal Transversa Mercator (UTM) DATUM NAD 27, carta topográfica INEGI 13R G13 C47, (Figura 1). Se midieron dos columnas estratigráficas (Figura 2) y las muestras colectadas se ubican en ellas. De estas muestras se obtuvieron láminas delgadas para estudio con microscopio petrográfico, con

luz natural y polarizada, para identificación taxonómica de microfauna. Las muestras de caliza mudstone y wackestone presentan dolomitización. Con la técnica de fluorescencia (Bezouza *et al.*, 1998), se pudo mejorar la observación para reconocer rasgos taxonómicos distintivos de la microfauna y diferenciar lóricas con recubrimiento de materia orgánica. Las láminas delgadas con microfósiles, acrónimos Eas 3051, 3052, 3195-3198, están depositadas en la Colección Nacional de Paleontología, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Ciudad Universitaria, CDMX, catálogo número IGM 521-MI a 524-MI. Un ejemplar de esponja fósil se encuentra depositada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mineral de la Reforma, Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, catálogo número UAEHAACTYM-00379.

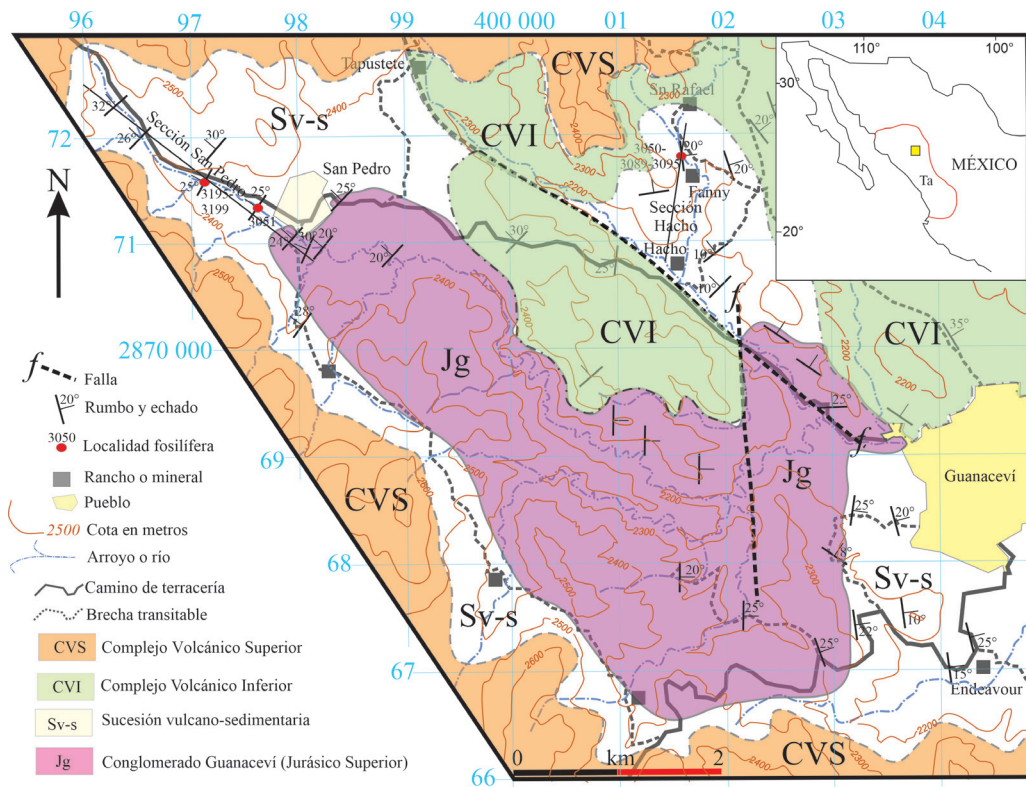


Figura 1 Mapa geológico del distrito minero Guanaceví, Durango (elaborado en este trabajo). En recuadro superior derecha localización del Terreno Tahué (Ta) y recuadro amarillo ubicación del área de estudio.

3. Bioestratigrafía

Las muestras de caliza y arenisca en donde hay microfósiles están recristalizadas y dolomitizadas, por lo que la preservación de los calpionélidos es mala. No obstante, se lograron identificar tres zonas de calpionélidos (Figuras 2 y 3):

ZONA DE CHITINOIDEA (MUESTRA 3051, TITHONIANO TARDÍO)

Esta zona se define a través de la aparición de calpionélidos de pared microcristalina (Reháková y Michalik, 1997). En las muestras analizadas la preservación es mala y los chitinoidéidos escasos. No obstante, es posible reconocer la presencia de *Chitinoidea boneti* (Figuras 2 y 3 A) y *Chitinoidea* sp. (Figura 3 B).

ZONA DE CRASSICOLLARIA (MUESTRAS 3195-3198, TITHONIANO TARDÍO)

La Zona de *Crassicollaria* se define por la aparición de las primeras formas de calpionélidos hialinos, entre ellas el género *Crassicollaria*. En la sección estudiada aparece *Tintinnopsella carpathica* (Figura 3 C), *Crassicollaria massutinianna* (Figura 3 D) y *Crassicollaria* sp. (Figura 3, E - F). El género *Crassicollaria* es de fácil determinación debido al distintivo hombro que presenta en la lórica, sin embargo, la mala preservación de los especímenes, especialmente el collar, no permite la diferenciación a nivel especie de la mayoría de los registros. El tamaño de *Crassicollaria* es ligeramente inferior a los descritos en el Tetis, pero consistentes con los reportados en México (López-Martínez *et al.*, 2015, 2017). No tenemos dudas de su asignación al género *Crassicollaria* debido al “hombro” que presenta y su asignación a nivel especie está en concordancia con la descripción de Colom (1948) y Remane (1962).

ZONA DE CALPIONELLA, SUBZONA REMANIELLA (MUESTRA 3052, BERRIASIANO TEMPRANO)

La Zona de *Calpionella* se define por el acmé de *Calpionella alpina* y con ello el inicio del Berriasiano. Esta zona es dividida en tres subzonas, Alpina,

Ferasini y Elíptica, delimitada por las primeras apariciones de remaniélidos y de *Calpionella elíptica*. En las muestras estudiadas no fue posible detectar la primera subzona (Alpina) sino que se detecta la aparición de remaniélidos. Esto y la ausencia de *Calpionella elíptica* hacen posible la identificación de la Subzona de Ferasini.

La preservación es muy mala y afecta de manera directa a la preservación del doble collar característico de los remaniélidos. No obstante, se logra determinar la presencia de *Remaniella ferasini* (Figura 3 G).

4. Estratigrafía

La sucesión estratigráfica en el área de Guanaceví (Figura 2), en la base, está compuesta por ortoconglomerado polimítico, designado (de manera ambigua e informal) como conglomerado Guanaceví (Terrones-Benítez, 1922; Díaz-Unzueta, 1983; Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez, 1998). Lo integran clastos de andesita, cuarzo lechoso y vítreo, pedernal y arenisca de grano fino, proporción variada de esquisto y gneis, con mica blanca, con matriz de arcilla, arenisca de grano grueso y cementante de sílice que da dureza extrema a la roca (Figura 4 A). Su tamaño varía desde gránulos mayores a 1 cm a bloques de 30 cm de diámetro, con formas angulares a subredondeadas, el acomodo puede ser grano soportado o clastos flotados en arenisca de grano grueso sin orden aparente, con estructuras de corte y relleno, en capas gruesas que lateralmente se acuñan y se amalgaman dando impresión de ser masivas y no hay restos fósiles. Su coloración es mayormente guinda, no obstante, hacia la cima el cemento es calcáreo y el color de la roca es amarillo y crema. El espesor de este conjunto pétreo es mayor a 400 m, sin conocer su base.

En la sección estratigráfica de San Pedro (Figura 2), este conglomerado pasa de manera gradual a arenisca de grano grueso a grano medio, con forma subangular a subredondeada, en lo general es granodecreciente a la cima, con

estructuras sedimentarias con estratificación laminar cruzada de ángulo alto y truncamiento, estructuras de corte y relleno y hay cuerpos lenticulares de paraconglomerado con disposición invertida (grano grueso a la cima), o disposición normal (grano grueso en la base y grano fino a la cima), con cemento de carbonato de calcio y su color es guinda y gris verdoso. El espesor de este intervalo es de ~130 m.

Estratos superiores tienen arenisca de cuarzo y fragmentos líticos, de grano medio a grano fino, cementada por carbonato de calcio, en estratos con 30 cm de espesor en promedio, su color es gris verdoso y gris claro. Hay colonias de esponjas (Figura 4 B), fragmentos de molusco y abundantes cubos de pirita de ~1 mm. En estos estratos hay *Chitinoidea boneti* y *Chitinoidea* sp. (muestra 3051) y su espesor es ~25 m. Estas capas se ubican en las coordenadas 0397610m E y 2871351m N.

La sucesión anterior pasa a limolita, arenisca de grano fino y toba, en cuerpos de 1 m a 2 m, con estructura laminar paralela, de color magenta, morado y verde claro, se intercalan estratos gruesos

de conglomerado y arenisca conglomerática con clastos bien redondeados, hay estratificación cruzada e icnofósiles y su cima pasa de forma gradual a limolita y caliza. El intervalo es de ~120 m de espesor.

El cuerpo litológico superior está compuesto por limolita calcárea con laminación paralela, incluye nódulos de caliza de textura mudstone dolomitizado y color negro, se intercalan capas delgadas de caliza mudstone, gris oscuro, hay lentes delgados de pedernal (Figura 4 C-F), intercalación de lutita y arenisca de cuarzo de grano fino, abundantes rizaduras de corriente, laminación cruzada de ángulo bajo y laminación paralela. Las capas de caliza en la base tienen *Crassicollaria massutinianna* y *Crassicollaria* sp. (muestra 3196), mientras que, en un espesor breve, los estratos superiores de caliza tienen *Tintinnopsella carpathica* (muestra 3197, Figura 3 C) y *Remaniella ferasini* (muestra 3052, Figura 3 F). El espesor de este intervalo es de ~20 m. El cuerpo descrito se sitúa en las coordenadas 0397399m E; 2871551m N.

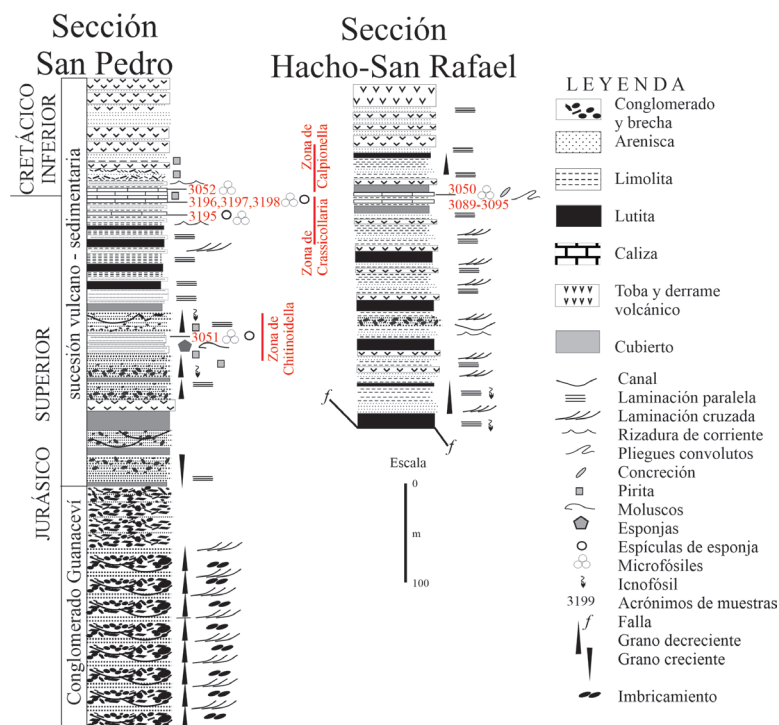


Figura 2 Secciones estratigráficas de Guanaceví, Durango. Explicación en el texto.

Sobre la cima del intervalo descrito hay brecha de andesita, con espesor de 2 m a 3 m, que pasa a cuerpos gruesos de toba y derrames de andesita que se intercalan entre sucesiones de limolita y lutita, de colores verde y guinda, con 1 m a 5 m de espesor y, en ascenso estratigráfico, se repiten ciclos litológicos de similar aspecto. La continuación de la columna estratigráfica tiene brechas de composición volcánica, tobas, canales de conglomerado de guijas y guijarros, con predominio de derrames de andesita de color morado y su espesor asciende a más de 200 m, con la cima cubierta en discordancia angular y erosiva por ignimbritas de edad más joven.

La sección estratigráfica que tiene el reporte de calpionélidos en capas de caliza (Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez, 1998), está entre la comunidad

Hacho o Acho (0401915m E; 2870554m N) y mina San Rafael (0402352m E; 2872030m N). La sección presenta falla en la base de la sucesión vulcano-sedimentaria asignada al Tithoniano, lo mismo sucede en el nivel 10 en el interior de la mina San Rafael, en donde se reporta al conglomerado Guanaceví (Cháirez-Blanco *et al.*, 2009). En superficie la sucesión estratigráfica está compuesta, de la base a la cima, por cuerpos de limolita y arenisca de grano fino, con estructura laminar o cruzada de ángulo bajo, con esporádicos icnofósiles, se intercalan andesitas, tobas y su espesor es de ~150 m. Sobre la litología descrita hay toba, limolita y cuerpos de andesita, afloran esporádicos estratos delgados de caliza, limolita y arenisca de color verde o gris claro (Figura 2).

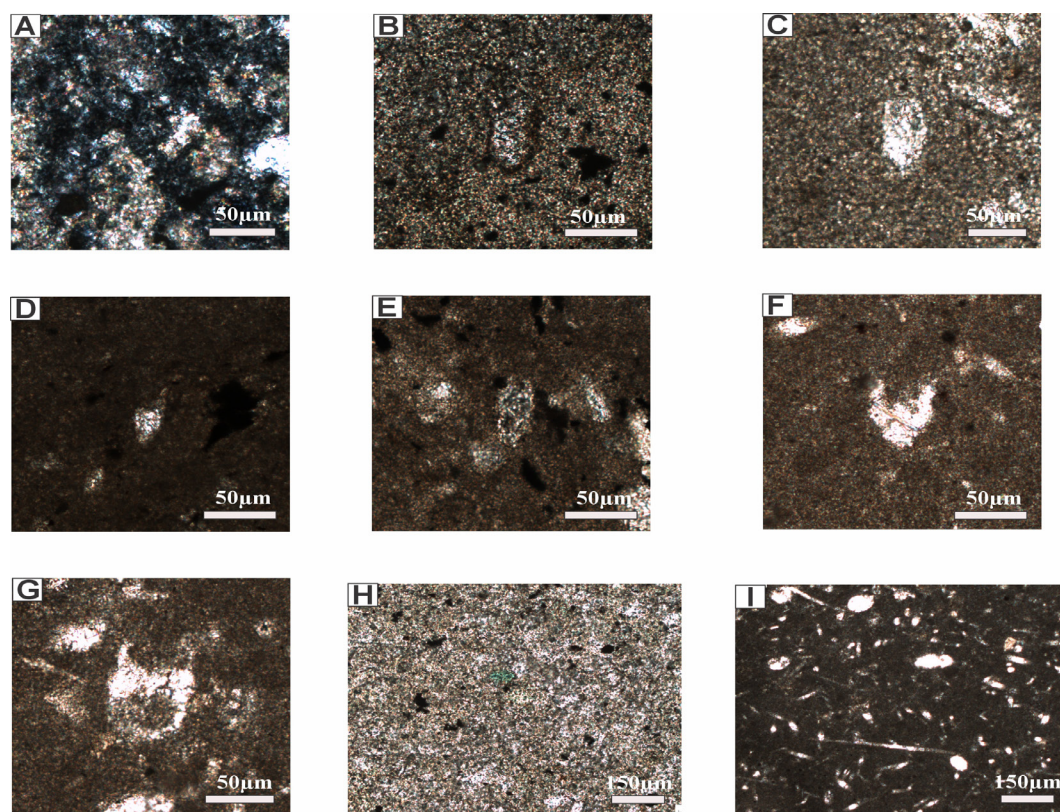


Figura 3 Calpionélidos y microfacies de la sección San Pedro. A: *Chitinoidea boneti* (muestra 3051). B: *Chitinoidea* sp. (muestra 3051). C: *Tintinnopsella carpathica* (muestra 3197). D: *Crassicollaria massutinianna* (muestra 3196). E, F: *Crassicollaria* sp. (muestra 3196). G: *Remaniella ferasini* (muestra 3052). H: Caliza recristalizadas con fragmentos esqueletales no identificados, clastos de glauconita y crecimientos de pirita (muestra 3051). I: Wackestone de espículas de esponjas y radiolarios (muestra 3052).

En capas de caliza con pliegues decimétricos, parcialmente cubiertas, se reportaron, sin probar, fósiles del Berriasiano Medio (Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez, 1998). A 220 m al N 46° W de la entrada a la mina Fanny, en la margen SW del talud de corte del arroyo, afloran estratos de caliza y arenisca (Figura 5), que se extienden por una longitud de 20 m, ubicados en las coordenadas 0401592m E; 2871909m N. Las muestras colectadas aquí (Eas 3050, 3089 a 3095), tienen dolomitización que no permitió identificar los calpionelidos reportados previamente (*op.cit.*).

La sucesión estratigráfica vulcano-sedimentaria arriba descrita está cubierta en discordancia angular por rocas volcánicas y sedimentarias del Cretácico Superior-Paleógeno y del Neógeno, su descripción está fuera del objetivo de este trabajo.

5. Discusión

El conjunto de microfósiles que describe este trabajo define un rango de edad que va desde el Tithoniano tardío al Berriasiano temprano.

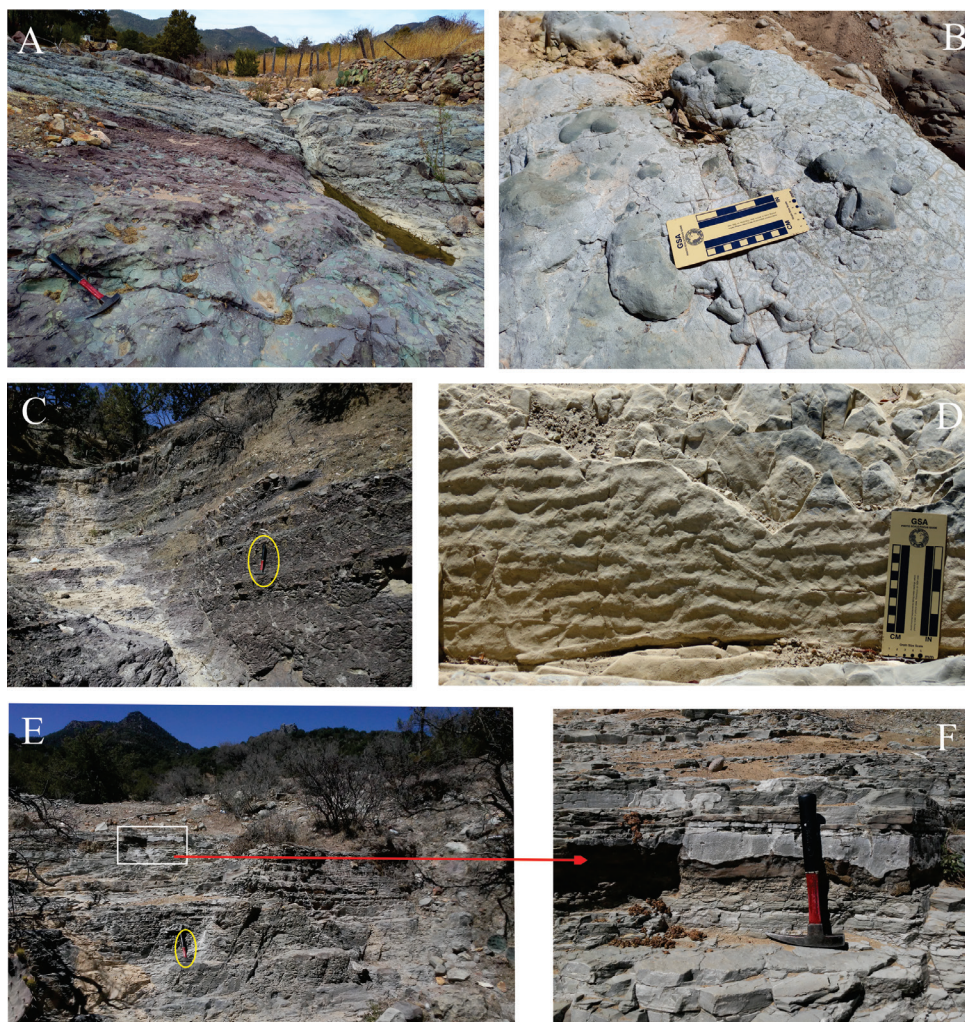


Figura 4 Sección de San Pedro. Estratos gruesos del conglomerado Guanaceví (A). Morfología que presentan esponjas (B). Capas de toba y arenisca en estratos gruesos con laminación interna (C). Rizaduras en la cima de estratos de limolita sobre capas de caliza con *Tintinopsella carpathica* (D). Sucesiones de grano medio a fino con laminación de ángulo bajo, estratos de caliza, arenisca y limolita que alternan entre sí y forman espesores de ~3 m (E y F).

Esta sección puede ser correlacionada con otras secciones de México, tanto en el oriente como el centro y sur del país, secciones en las que ocurre la inundación progresiva sobre tierras emergidas, con dispersión de sedimentos terrígenos contenidos en las formaciones Pimienta, La Casita/La Caja, durante el Tithoniano y caliza arcillosa en la Formación Taraises, en el Berriasiano (Castro-Mora *et al.*, 1975; Adatte *et al.*, 1977; Aguilera y Franco, 1995; López-Martínez *et al.*, 2015). No obstante, la sección de Guanaceví presenta características propias en su evolución.

Un dato importante de la bioestratigrafía de la sección de Guanaceví es la presencia de calpionélidos en la parte occidental de la influencia del Tetis (Figura 6). Este dato amplía el registro de calpionélidos hacia una zona nueva, pero, además, abre la posibilidad de considerar nuevas rutas en el intercambio de faunas entre el Tetis y el Pacífico. Trabajos previos han encontrado calpionélidos en la Cuenca Neuquén, perteneciente al reino Austral (Fernández-Carmona y Riccardi, 1998,

1999; Kietzmann *et al.*, 2015), calpionélidos que se correlacionan con los que se describen en el presente trabajo y en el centro y oriente de México. México es la ruta más probable de conexión entre ambos dominios a través del corredor hispánico. Sin embargo, la sección estudiada abre la posibilidad de rutas de dispersión hacia el Pacífico Boreal que hasta el momento no se consideraban.

La sucesión estratigráfica del Tithoniano y Berriasiano que este trabajo aborda no se acepta vinculada con el CVI, o nomenclatura estratigráfica informal dada por trabajos previos (González y Garnica, 1999; Torres-Ortiz *et al.*, 1999; Escamilla-Torres, 2001). En la SMOc el Mesozoico tiene tres secuencias estratigráficas limitadas por discordancias de primer orden. La secuencia I del Jurásico Medio (Eguiluz *et al.*, 2022), yace en discordancia angular a la secuencia II, formada por la sucesión de conglomerado en la base, que pasa a un potente espesor vulcano-sedimentario del Jurásico Superior-Albiano, es de ambiente mixto (marino y continental) y su cima



Figura 5 Estratos de caliza textura mudstone intercalados entre arenisca y limolita, con pliegues estrechos, donde se reportó *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica* y *Tintinnopsella carpathica* (Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez, 1998). Martillo en el plano axial del pliegue. Localidad arroyo San Rafael.

está delimitada por discordancia. La secuencia estratigráfica III corresponde a una sucesión vulcano-sedimentaria continental (Eguiluz y Hernández-Ocaña, 2020), del Cretácico Superior y Paleógeno, con afinidad estratigráfica y edad al CVI (Henry, 1975; McDowell y Keizer, 1977; Aranda-Gómez *et al.*, 1997; Ferrari *et al.*, 2005). El análisis de nomenclatura y mayor detalle estratigráfico de las secuencias bosquejadas aquí queda fuera de los objetivos y alcances de este trabajo.

En Guanaceví, la sección estratigráfica de San Pedro tiene varias litologías. En la base está el conglomerado Guanaceví con las características litológicas descritas previamente. El tamaño, forma, composición y acomodo que integra a la roca, así como las estructuras sedimentarias canalizadas y cuñas laterales de los estratos, induce a interpretar de forma general, que se trata de un depósito que procede de fuentes de composición heterogénea, transportado por energía alta y

cercanía de suministro variable, aunado a relieve morfológico relativamente abrupto, potestativo en un medio continental, de probable ambiente aluvial y/o fluvial (Walker y Cant, 1984; Miall, 2010). Mayor detalle de análisis es improcedente para el objetivo de este trabajo.

La parte media de la sección de San Pedro tiene paulatina disminución de tamaño de grano y menor angularidad, se incrementa el cemento carbonatado que amalgama a la roca, los estratos de arenisca tienen estratificación laminar paralela y cruzada con icnofósiles, colonias de esponjas y escasos fragmentos de moluscos, aquí está la aparición de chitinoidéidos. En este nivel las muestras analizadas en microscopio incluyen extraclastos, cuarzo y granos de glauconita (Figura 3 H), así como bioclastos autóctonos entre los que destacan los calpionéidos. El conjunto de esta facies sugiere un depósito francamente marino, en ambiente disódico (Reison, 1984; Walker, 1984; Dalrymple, 2010; Plint, 2010).

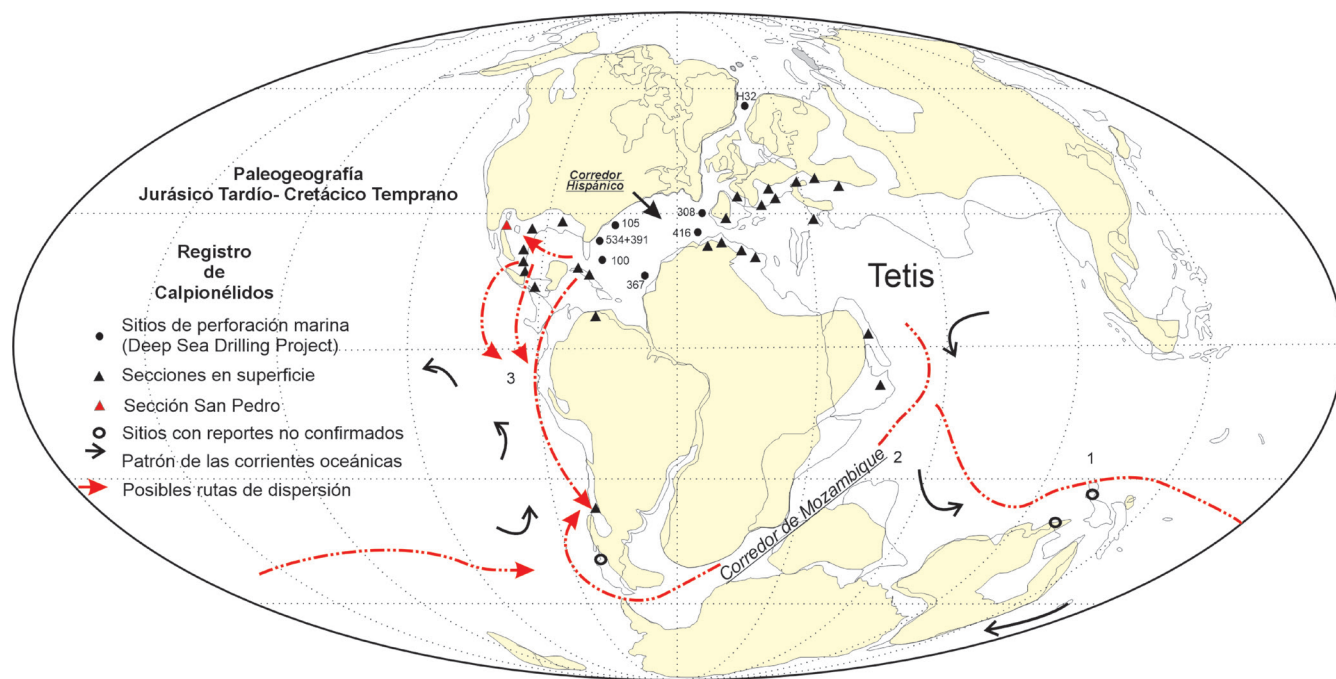


Figura 6 Distribución de los registros de calpionéidos durante el Jurásico Tardío y el Cretácico Temprano en el Tetis y el Pacífico. Nótese la posición de las secciones estudiadas en el extremo occidental de la zona de influencia del Tetis y posibles rutas de dispersión (1,2,3) de los calpionéidos. Modificado de López-Martínez *et al.*, 2017.

Los estratos superiores de la sección San Pedro tienen cuerpos de arenisca, limolita y toba alternados, con ausencia de moluscos e icnofósiles. Los estratos tabulares y delgados de caliza (con *Crassicollaria* sp. y *Tintinopsella* sp.) y pedernal, indican un depósito de ambiente marino normal, con incremento de profundidad relativa, posiblemente de plataforma abierta a talud (Walker, 1984; Scholle *et al.*, 1983). En microscopio en este nivel se registra un aumento del contenido carbonatado de las muestras, con texturas que varían desde los wackestone-packstone de espículas de esponjas, a mudstone-wackestone con calpionélidos e intraclastos micríticos (Figura 3 I). Estos sedimentos se pueden englobar en dos facies estándares fundamentales, SMF-1 y SMF-3 depositadas en las FZ 2 y 3 correspondientes al pie de talud y la plataforma profunda (Flügel, 2004).

Sobreyace a la litología anterior un espesor grueso de rocas volcánicas y litologías siliciclásticas que infieren condiciones de depósito continental durante un tiempo impreciso (sección no estudiada en este trabajo). La correlación litoestratigráfica entre las áreas de San Pedro y Hacho o Acho es difícil de establecer, los intervalos de caliza entre ambas localidades pueden ser la posible vinculación. Los estratos descritos como convolutos, con caliza entre limolita y arenisca de la sección Hacho, pueden ser estructuras originadas por deslizamiento de sedimento no consolidado, bajo la influencia de gravedad en una pendiente, al margen de un canal o en el borde de plataformas (Shanmugam, 2017), congruente con los estratos de edad Berriasiano que aborda este trabajo.

6. Conclusiones

Este trabajo documenta por primera vez en México la presencia de *Chitinoidea boneti* y *Chitinoidea* sp. en rocas colectadas en un afloramiento. El neomorfismo que hay en la roca no permitió mayor detalle, sin embargo, se logró identificar la Zona de *Chitinoidea*, Zona de *Crassicollaria* (Tithoniano tardío) y Zona de *Calpionella*,

subzona Remaniella (Berriasiano temprano). El conjunto de microfósiles admite su correlación con secciones estratigráficas del centro, sur y oriente de México y la influencia tetisiana hacia el occidente del país. La sección estudiada plantea la posibilidad de rutas de migración conectada con la región peripacífica Boreal. La litología que se describe en este trabajo reconoce una sucesión de transgresión, su base tiene facies de ambiente continental, pasa concordante y de forma gradual hacia facies de ambiente litoral y evoluciona a un medio sedimentario marino, posiblemente de talud o plataforma relativamente profunda, con vulcanismo asociado.

Contribución de los autores

La adquisición de datos en campo fue labor del autor de este trabajo. El estudio taxonómico fue labor del coautor del presente trabajo. La integración, análisis, conceptualización del tema, desarrollo técnico, redacción del manuscrito, diseño gráfico e interpretación fue labor de ambos autores.

Financiamiento

No hubo financiamiento externo, el primer autor financió los trabajos de campo.

Conflicto de intereses

No hay conflicto de intereses en este trabajo.

Agradecimientos

Se agradece al Dr. Diego A. Kietzmann y otro revisor anónimo las opiniones vertidas para mejorar lo expuesto aquí. A la Biol. Margarita Livas por los comentarios preliminares al conjunto de fósiles aquí reportados. Al Ing. José Alfredo Becerra Chávez por su ayuda en el campo. Al Dr. Francisco J. Vega y equipo editorial que su labor hace posible la difusión del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana.

Editor a cargo

Francisco J. Vega

Referencias

- Aguilera-Franco, N., Franco-Navarrete, S., 1995, Importancia biocronoestratigráfica e implicaciones ambientales del género *Saccocoma arachnoidea* (Bronniman 1955), en el sureste de México, durante el Tithoniano Medio: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 52 (3), 21-30. <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM1995v52n3a3>
- Aranda-Gómez, J.J., Henry, C.D., Luhr, J.F., McDowell, F.W., 1997, Cenozoic volcanism and tectonics in NW Mexico a transect across the Sierra Madre Occidental volcanic field and observations on extension related magmatism in the southern Basin and Range and Gulf of California tectonic provinces, in Aguirre-Díaz, G.J., Aranda-Gómez, J.J., Carrasco-Núñez, G., Ferrari, L. (eds.), *Magmatism and tectonics in the central and northwestern Mexico a selection of the 1997 IAVCEI General Assembly excursions, México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología*, 41-84.
- Barragán, R., Campos-Madrigal, E., Ferrusquía-Villafranca, I., López-Palomino, I., Tolson, G., 2010, Código Estratigráfico Norteamericano: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Boletín* 117, 48 p.
- Bezouska, J.R., Wang, J., Mullins, O.C., 1998, Origin of limestone fluorescence: Applied Spectroscopy, 52 (12), 1606-1613. <https://doi.org/10.1366/0003702981943112>
- Burrows, R.H., 1908, Sobre rhynchonellas y belemnites del Jurásico en Lluvia de Oro, Chihuahua: *Sociedad Geológica Mexicana*, 4, 15-16.
- Castro-Mora, J., Shleper, C., Martínez-Rodríguez, E., 1975, Estratigrafía y microfacies del Mesozoico de la Sierra Madre del Sur, Chiapas: *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 27(1-3), 103.
- Cháirez-Blanco, J., Ramos-López, G., García-Reyes, E., Mercado-Pineda, G., 1999, Informe de la visita de asesoría geológica al agrupamiento minero San Rafael, Municipio de Guanaceví, Durango: Servicio Geológico Mexicano, 32 p. <https://mapserver.sgm.gob.mx/ArchivoTecnico>
- Colom, G., 1948, Los tintínidos fósiles: Infusorios loricados del orden de los Oligótricos, *Estudios Geológicos*, VI, 106-164.
- Cruz-Pérez, R., Ríos-Vázquez, J.R., 1998, Informe de la carta Geológico-Minera y Geoquímica Guanaceví G13 C17, Durango, escala 1:50,000: Servicio Geológico Mexicano, 1-71. <https://www.sgm.gob.mx/publicaciones>
- Cuevas-Orozco, G., Martínez-Gómez, V., Sánchez-García, R., 2000, Informe final sobre la cartografía minera de la carta Río Batopilas G13 A51, escala 1:50,000, elaborado por la Compañía CASCABEL: Servicio Geológico Mexicano, Tomo 1, 1-35. <https://www.sgm.gob.mx/publicaciones>
- Dalrymple, R.W., 2010, Interpreting sedimentary successions: Facies, Facies Analysis and Facies Models, in James, N.P., Dalrymple, R.W. (eds.), *Facies Models 4: Canadian Sedimentology*, Geological Association of Canada, 3-18.
- Díaz-Unzueta, R., 1983, Controles de la mineralización y procedimientos de exploración en el distrito minero de Guanaceví, Durango: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, tesis, 125 p.
- Eguiluz y de A.S., Hernández-Ocaña, M.I., 2020, Icnofósiles en una sucesión fluvio-lacustre en la Sierra Madre Occidental, Durango, México: *Paleontología Mexicana*, 9 (1), 17-30.
- Eguiluz y de A.S., Villaseñor, A.B., Ibarra-Bustos, P.D., Centeno-Olivares, D., 2022, Record

- of Aalenian ammonites and bivalves in Canelas, Durango, western México: *Journal of South American Earth Sciences*, 114, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103676>
- Escamilla-Torres, T., 2001, Informe de la carta Geológico-Minera y Geoquímica Cosalá G13 C74, escala 1:50,000, Estado de Sinaloa: Servicio Geológico Mexicano (Consejo de Recursos Naturales), 63 p. <https://www.sgm.gob.mx>
- Esquivel Victoria J.S., Zaragoza Balderas J.A., 1989, Geología y prospección minera en el Distrito de San José de Gracia, Sinaloa: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, tesis, 60 p.
- Fernández-Carmona J., Riccardi, A.C., 1998, Primer hallazgo de Chitinoidella Doben en el Tithoniano de la Argentina, en *Actas X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica*: Buenos Aires, Argentina, Volumen 1, 292.
- Fernández-Carmona J., Riccardi, A.C., 1999, Primer reporte de Calpionélidos calcáreos del Cretácico Inferior-Berriasiano de la Provincia del Tethys en la República de Argentina: Conexión Tethys-Pacífico, en *Boletín 5° Simposio sobre el Cretáceo do Brasil*: Sao Paulo, Brasil, 455-456.
- Ferrari, L., Valencia-Moreno, M., Bryan, S.E., 2005, Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Volumen Conmemorativo del Centenario Temas Selectos de la Geología Mexicana, LVII (3), 343-378. <https://doi.org/10.18268/bsgm2005v57n3a5>
- Flügel E., 2004, *Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application*: Springer, 976 p.
- González, S., Garnica, M., 1999, Informe de la carta Geológico-Minera y Geoquímica Comedero, G13 C64 escala 1:50,000, estados de Durango y Sinaloa, Geo-Procesos Analíticos e Informáticos: Servicio Geológico Mexicano (Consejo de Recursos Minerales), 18 p. <https://www.sgm.gob.mx>
- Henry, C.D., 1975, *Geology and geochronology of the granitic batholithic complex, Sinaloa, Mexico*: University of Texas, Austin, doctoral dissertation, 158 p.
- Imay, R.W., 1938, *Studies of the Mexican geosyncline*: Geological Society of America Bulletin, 49 (11), 1651-1694. <https://doi.org/10.1130/Gsab-49-1651>
- INEGI, 2019, Información topográfica G13 C17 Guanaceví, escala 1:50000 serie III.
- Kietzmann, D.A., Palma, R.M., Iglesia Llanos, M.P., 2015, Cyclostratigraphy of an orbitally-driven Tithonian-Valanginian carbonate ramp succession, Southern Mendoza, Argentina: Implications for the Jurassic-Cretaceous boundary in the Neuquén Basin: *Sedimentary Geology*, 315, 29-46. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2014.10.002>
- López-Martínez, R., Barragán, R., Reháková, D., Martini, M., Eguiluz de Antuñano, S., 2015, Calpionellid biostratigraphy, U-Pb geochronology and microfacies of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Pimienta Formation (Tamazunchale, San Luis Potosí, central-eastern Mexico): *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67 (1), 75-86. <https://doi.org/10.18268/bsgm2015v67n1a6>
- López-Martínez, R., Aguirre-Urreta, B., Lescano, M., Concheyro, A., Vennari, V., Ramos, V.A., 2017, Tethyan calpionellids in the Neuquén Basin (Argentine Andes), their significance in defining the Jurassic/Cretaceous boundary and pathways for Tethyan-Eastern Pacific connections: *Journal of South American Earth Sciences*, 78, 116-125. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.06.007>
- McDowell, F.W., Keizer, R.P., 1977, Timing of mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango city and Mazatlan, Mexico: *Geological Society of America Bulletin*, 88 (10),

- 1479–1487. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1977\)88%3C1479:tomvit%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1977)88%3C1479:tomvit%3E2.0.co;2)
- Miall, A.D., 2010, Alluvial deposits, in James, N.P., Dalrymple, R.W. (eds.), *Facies Models 4: Canadian Sedimentology*, Geological Association of Canada, 105-137.
- Plint, A.G., 2010, Wave- and Storm-Dominated shoreline and shallow-Marine Systems, in James, N.P., Dalrymple, R.W. (eds.), *Facies Models 4: Canadian Sedimentology*, Geological Association of Canada, 167-199.
- Rangin, C., 1977, Sobre la presencia del Jurásico Superior con amonitas en Sonora Septentrional: *Revista del Instituto de Geología*, Universidad Nacional Autónoma de México, 1, 1–4.
- Reinson, G.E., 1984, Barrier-Island Associated Strand-Plain Systems, in Walker, R.G. (ed.), *Facies Models: Geosciences Canada*, 119-140.
- Reháková, D., Michalik, J., 1997, Evolution and distribution of calpionellids—the most characteristic constituents of Lower Cretaceous Tethyan microplankton: *Cretaceous Research*, 18 (3), 493-504. <https://doi.org/10.1006/cres.1997.0067>
- Remane, J., 1962, Zur Calpionellen-Systematik: *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 1, 8-24.
- Scholle, P.A., Bebout, D.G., Moore, C.H., 1983, Carbonate depositional environments: *American Association of Petroleum Geologists, Memoir 33*, 708 p.
- Sedlock, L.R., Ortega-Gutiérrez, F., Speed, C.R., 1993, Tectonostratigraphic Terranes and Tectonic Evolution of Mexico: The Geological Society of America, Special Paper 278, 1-153. <https://doi.org/10.1130/spe278-p1>
- Shanmugam, G., 2017, Global case studies of soft-sediment deformation structures (SSDS): Definitions, classifications, advances, origins, and problems: *Journal of Palaeogeography*, 6 (4), 251-320. <https://doi.org/10.1016/j.jop.2017.06.004>
- Terrones-Benítez, A., 1922, The Camp of Guanacevi, *Engineering and Mining Journal-Press*, 114 (4), 139-144.
- Torres-Ortiz, J.C., Ochoa-Camarillo, H., Guzmán-Nateras, D.B., Aragón-Galván, I., 1999, Informe de la carta Geológico-Minera y Geoquímica San Gregorio, G13 C56, escala 1:50,000, Estado de Durango: Consejo de Recursos Minerales, Servicio Geológico Mexicano, 17 p. <https://www.sgm.gob.mx>
- Villaseñor, A.B., González-León, C.M., Lawton T.F., Aberhan, M., 2005, Upper Jurassic ammonites and bivalves from the Cucurpe Formation, Sonora (Mexico): *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 22 (1), 65-87.
- Walker, R.G., 1984, Shelf and Shallow Marine Sands: *Facies Models*, Geosciences Canada, 141-169.
- Walker, R.G., Cant, D.J., 1984, Sandy Fluvial Systems: *Facies Models*, Geosciences Canada, 71-89.