

ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS, ESTRUCTURALES Y PALEOGEOGRÁFICOS DEL PÉRMICO INFERIOR AL JURÁSICO INFERIOR EN PEMUXCO, ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO

Javier Arellano-Gil^{1,2},
Daniel Vachard³,
Sergio Yussim¹ y
Antonio Flores de Dios-González⁴

RESUMEN

En la región comprendida entre Pemuxco y Mimiaguaco, Hidalgo, en el anticlinorio de Huayacocotla, aflora una secuencia sedimentaria que se extiende desde el Pérmico Inferior hasta el Cretácico Superior. De esta secuencia, se estudió las dos unidades de la base: formaciones Guacamaya (Tuzancoa) y Huizachal. La primera está formada por una secuencia turbidítica con abundantes fósiles que representa un intervalo del Wolfcampiano superior al Leonardiano inferior; y se caracteriza por encontrarse desde un *flysch* caótico (*Wildflysch*) de facies de pendiente (debritas) hasta un *flysch* pelítico de facies distales, cuyo depósito ocurrió en una cuenca profunda cerca del talud continental, frente a una plataforma marina somera que aportó, a través de corrientes de turbiedad, bloques de roca calcáreos con crinoides y fusulínidos. También, aportó fragmentos de rocas andesíticas asociadas con actividad magmática, provenientes del occidente, donde se interpreta un límite de placas convergente. La Formación Huizachal, por su parte, abarca el intervalo del Carnico al Hetangiano inferior, y está relacionada con un depósito fluvial meándrico, en un área subsidente asociada al proceso distensivo en el marco de la disgregación de Pangea.

Palabras clave: Estratigrafía, estructura, paleogeografía, Pérmico-Jurásico, Hidalgo, México.

ABSTRACT

A sequence that ranges from the Lower Permian to the Upper Cretaceous crops out in the area located between Pemuxco and Mimiaguaco, Hidalgo, as part of the Huayacocotla Anticlinorium. From this section, the two basal units were studied: the Guacamaya (Tuzancoa) and Huizachal Formations. The first is composed of a turbiditic sequence with abundant fossils, that represents an upper Wolfcampian-lower Leonardian interval. The unit is characterized by its turbiditic sediments, that range from a wildflysch, representing a slope facies (debrites), to a pelitic flysch of distal facies, interpreted as a deposit that took place in a deep basin near the continental slope. This distal flysch sediments were formed in front of a shallow marine platform that provided limestone blocks by turbidity currents, with crinoids and fusulinids. This shallow marine platform provided the deep basin with fragments of andesitic rocks, associated with magmatic activity originated west of the studied area, where a convergent plate limit has been recognized. On the other hand, the Huizachal Formation encompasses a time span between the Carnian and the lower Hettangian. It represents a meandering fluvial deposit within a subsiding area associated with the distended process of the spreading of Pangea.

Key words: Stratigraphy, structure, paleogeography, Permian-Jurassic, Hidalgo, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Sobre el anticlinorio de Huayacocotla existen numerosas publicaciones con diversos objetivos; entre las más recientes, se tiene las de Suter (1990, interpretación de la paleogeografía, estratigrafía y tectónica); Vachard, Flores de Dios y colaboradores (1997); Vachard, Grajales y colaboradores (1997) y

Ochoa-Camarillo y colaboradores (1997a, b). El objetivo general de esta investigación es caracterizar las facies y la evolución tectónica de las formaciones pérmico-jurásicas de la región.

La serie estudiada se encuentra entre los poblados hidalguenses de Pemuxco y Jalapa, en el sector centroseptentrional de la hoja Zacualtipán; conforme a una franja de rumbo SE-NW, sus mejores afloramientos están localizados sobre los ríos Tianguistengo y Mimiaguaco (Facultad de Ingeniería, 1990). En esta región, se encuentra expuesta una columna sedimentaria de aproximadamente 7,000 m de espesor, constituida por las formaciones Guacamaya, Huizachal, Huayacocotla, Cahuasas, Tepéxic-Santiago-Xaltipa, Tamán-San Andrés, Pimienta y Tamaulipas (Figura 1). En este estudio sólo se analiza e interpreta a las dos primeras.

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 D.F., México.

²Correo electrónico: arellano@servidor.unam.mx

³Université des Sciences et Technologies de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, Francia.

⁴Universidad Autónoma del Estado de Guerrero, Dirección de Investigación Científica, Javier Méndez Aponte núm. 1, Col. Servidor Agrario, 39070 Chilpancingo, Guerrero, México.

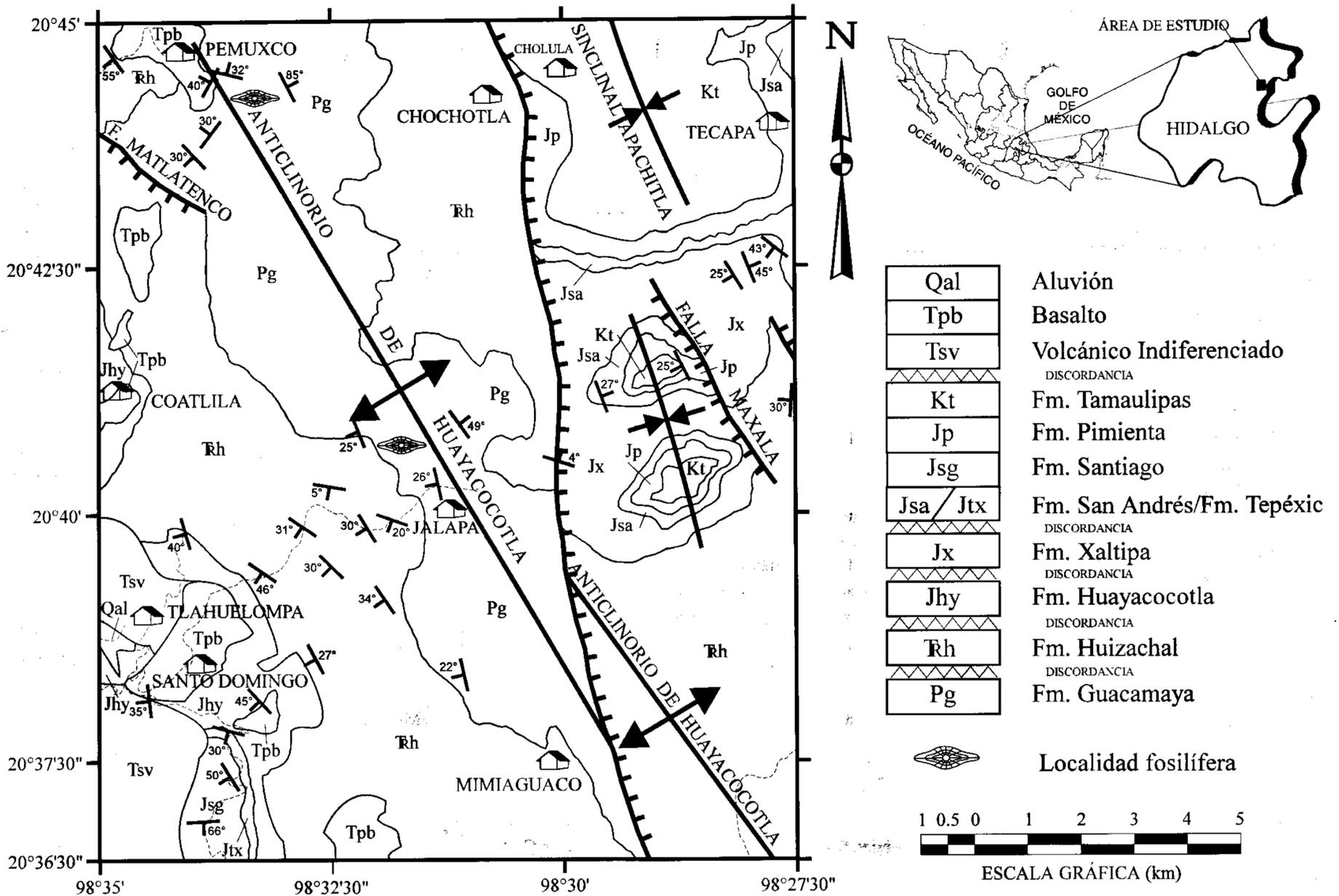


Figura 1. Mapa geol3gico del 3rea de Pemuxco, Hidalgo.

El 3rea se ubica dentro del Cintur3n Mexicano de Pliegues y Fallas (Ortega-Guti3rrez *et al.*, 1992), en la megaestructura regional denominada anticlinorio de Huayacocotla. La regi3n se caracteriza por presentar pliegues asim3tricos de primer y segundo 3rdenes, discordancias, y por una falla normal que disloca a la secuencia sedimentaria.

La secuencia estratigr3fica que aflora est3 constituida por rocas continentales y marinas, las cuales est3n cubiertas, en algunas partes, por derrames de basalto y dep3sitos pirocl3sticos. La edad de toda la secuencia est3 comprendida entre el Leonardiano temprano y el Holoceno.

P3RMICO (WOLFCAMPIANO SUPERIOR-LEONARDIANO INFERIOR)

Est3n expuestos niveles paleozoicos diversos reunidos en la Formaci3n Guacamaya (Carrillo-Bravo, 1961), cuya localidad tipo est3 situada en el estado de Tamaulipas, cerca de Ciudad Victoria. Ochoa-Camarillo (1996) la denomina Formaci3n Tuzancoa, pero en este art3culo se denomina Formaci3n Guacamaya por sus relaciones estratigr3ficas, litolog3a caracter3stica y edad de los f3siles que contiene.

Sobre el r3o Tianguistengo, 350 m antes de su confluencia con el r3o Amajac, se midi3 una secuencia incompleta de 1,081 m de la Formaci3n Guacamaya (Tuzancoa), sin conocer su base ni su cima, pero, en 3reas vecinas, esta unidad se encuentra en contacto discordante con el Gneis Huiznopala y su contacto superior es discordante con los lechos rojos de la Formaci3n Huizachal del Tri3sico Superior.

La Formaci3n Guacamaya presenta numerosas unidades turbid3ticas con secuencias bouma completas: estratificaci3n graduada del miembro A; laminaciones paralelas y *ripples* de los miembros B, C y D; intercalaciones arcillosas del miembro E. Los espesores de las turbiditas var3an entre 10 y 50 cm. Hay algunos conglomerados finos (corrientes de lodo) con fragmentos de crinoides y conglomerados gruesos (debritas) con gravas y bloques de rocas calc3reas de hasta 2.0 m que contienen, frecuentemente, fusul3nidos y/o crinoides. Los conglomerados presentan fragmentos de rocas 3gneas andes3ticas, caliza, lutita y rocas metam3rficas.

En el 3rea, la formaci3n consiste en una secuencia turbid3tica que var3a desde un *flysch* ca3tico (debritas) de facies de pendiente, hasta un *flysch* pel3tico-arenoso de facies distales. El dep3sito se desarroll3 en una cuenca profunda, cerca del talud

continental, frente a una plataforma que aportó crinoides y fusulínidos; es decir, en las condiciones tectónico-sedimentarias típicas de un *flysch*.

Los fusulínidos de plataforma retrabajados están en, por lo menos, tres localidades: en el río Tlahuelompa (Pérez-Ramos, 1978), cerca del pueblo de Tuzancoa (Ochoa-Camarillo, 1996), y en la cuesta ubicada al sur del poblado de Pemuxco (estudiada en este artículo), donde la serie es más volcánico-sedimentaria.

La microfacies del nivel fosilífero principal muestra un *packstone/floatstone* silicificado con estilolitas, que contiene fragmentos de crinoides, briozoarios-fenestélidos y braquiópodos; las algas *Tubiphytes* sp. y *Epimastopora* sp.; pequeños foraminíferos de los géneros *Diplosphaerina/Eotuberitina*, *Earlandia*, *Endothyra*, *Tetrataxis*, *Climacammina*, *Globivalvulina*, *Calcitornella*, "*Arenovidalina*", *Nodosaria*, *Geinitzina*; y fusulínidos de los géneros *Staffella* y *Skinnerella*.

El fusulínido del género *Skinnerella* Coogan, 1960 emend. Skinner, 1971 es característico del Leonardiano inferior (Wilde, 1990). Su presencia es bien conocida en Texas (EUA) en las Montañas Glass, Montañas Hess y Sierra Diablo. En México, Guatemala y Belice existe sobre todo *S. gruperaensis*. La principal especie que tenemos en Pemuxco parece intermedia en su desarrollo, entre "*Schwagerina*" *guembeli* y la verdadera *Skinnerella gruperaensis*, y debe ser descrita posteriormente como especie nueva.

La microfauna mencionada por Carrillo-Bravo (1965) en el estado de Hidalgo contiene muchas especies leonardianas comunes con las del estado de Chiapas, tales como *Paraschwagerina roveloi*, *Skinnerella figueroai*, *S. cf. gruperaensis*, *Chalartoschwagerina aff. chiapasensis*, pero presenta también tres taxones que son del Wolfcampiano superior: *Pseudoschwagerina* sp., *Monodiexodina* sp. y *Triticites aff. victoriensis*. Pérez-Ramos (1978) señala también la presencia del Wolfcampiano en Hidalgo.

En la sección estudiada se recolectó crinoides asociados a fusulínidos. Los crinoides corresponden a las especies *Cyclocaudex plenus*, *Cyclocaudex jucundus*, *Preptopremmum rugosum*, *Mooreanteris perforatus* del Pensilvánico Superior (Virgiliano) y del Pérmico Inferior (Wolfcampiano) y *Cyclocrista cheneyi* típica del Pérmico Inferior (Wolfcampiano) de Texas, EUA (Moore y Jeffords, 1968). La presencia en Pemuxco del fusulínido *Skinnerella*, en el mismo nivel que los crinoides, precisa el Leonardiano para esta secuencia.

Se puede decir que en la sección estudiada se tiene presencia de la parte superior de la Formación Guacamaya (Tuzancoa), que puede representar en toda su extensión un intervalo del Wolfcampiano superior-Leonardiano inferior. Entre el zócalo del Gneis Novillo y el Pérmico Inferior estudiado en esta área, se intercalan rocas del Misisípico que recibieron el nombre de Formación Otlamalactla (Ochoa-Camarillo, 1996) y cuyo contenido fosilífero en braquiópodos, trilobites y crinoides es conocido desde hace mucho tiempo (Cooper in Carrillo-Bravo, 1965; Buitrón *et al.*, 1987).

En el Pérmico Inferior, sobre todo en el Wolfcampiano superior y el Leonardiano inferior, aparecen en todo el norte y el centro de la República estas mismas secuencias de sedimentos turbidíticos con fusulínidos retrabajados. Son conocidas en San Felipe, Baja California (Gastil *et al.*, 1973), en muchas localidades de Sonora donde los depósitos de plataforma y de cuenca constituyen esquemas diferentes (Radelli *et al.*, 1987), en Tamaulipas y en Hidalgo.

En Chiapas y Guatemala, la plataforma debe ser de más amplitud, porque las series presentan capas de caliza someras y sin turbiditas (Vachard *et al.*, en prensa). Los depósitos en el terreno Oaxaca son diferentes, pues consisten en cuencas continentales con plantas (Silva-Pineda, 1984), y los del terreno Mixteco pertenecen a una historia completamente distinta. Los terrenos diversos de México debieron acrecionarse en diferentes épocas del Pensilvánico y hasta el Wolfcampiano medio para la última suturación de los terrenos de la orogénesis Marathon (Ross, 1986). El plano de subducción sigue la sucesión de los terrenos paleozoicos del cratón Norteamericano, del bloque Oaxaquia y del bloque Maya. Del otro lado de la paleosubducción, es decir, del lado del Paleopacífico, están el terreno El Antimonio, el bloque Chortis y el terreno Mixteco, con la misma localización que los terrenos sospechosos de la Cordillera Norteamericana desde California hasta Alaska.

La secuencia pérmica sufrió posteriormente deformación intensa y un fuerte período de levantamiento, ya que quedó expuesta y sujeta a erosión en el Triásico Superior.

TRIÁSICO SUPERIOR-JURÁSICO INFERIOR (CÁRNICO-HETANGIANO)

En este tiempo se acumuló en las partes topográficas bajas la Formación Huizachal (Carrillo-Bravo, 1961). La unidad consiste en una gruesa secuencia de 1,925 m de espesor, de lechos rojos en estratos gruesos, masivos y lenticulares, caracterizados por conglomerados polimícticos basales con abundantes fragmentos líticos de cuarzo lechoso, arenisca conglomerática con diastratificación, lentes conglomeráticos y arenisca de grano grueso; la arenisca es arcósica y feldespática (Facultad de Ingeniería, 1990).

La Formación Huizachal incluye desarrollos de carbón entre los estratos limoarenosos y conglomeráticos. Las rocas de la unidad están formadas principalmente por clásticos de cuarzo lechoso y de rocas volcánicas con un alcance granulométrico amplio, desde el tamaño de limo hasta bloques, los cuales están cementados por sílice y óxidos de hierro.

El carácter de la secuencia sugiere un medio de depósito fluvial meándrico, en tanto que su gran espesor puede ser explicado por una acumulación en un área subsidente asociada a una tectónica distensiva tipo *rift*, en el marco de la disgregación del Supercontinente Pangea. Las zonas de *graben* estuvieron sujetas a relleno por grandes volúmenes de material clástico proveniente de los altos topográficos (*horst*), donde aflora-

ban rocas del basamento y de la Formación Guacamaya, los que emergieron previamente como resultado de la Orogenia Apalachiana-Marathon-Ouachita que se interpreta ocurriera a finales del Paleozoico.

El contacto inferior de la Formación Huizachal fue observado sobre la terracería que va del poblado de Jalapa a Tlahuelompa, Hidalgo, donde es discordante con la secuencia flyschoides de la Formación Guacamaya. En la terracería Huayacocotla-Zontecomatlán, cerca del caserío Mina Vieja, se puede observar el contacto superior de la Formación Huizachal con la Formación Huayacocotla, mismo que es transicional (Mendoza-Rosales *et al.*, 1992). Se encuentra una intercalación de conglomerados cuarzosos de color amarillento con horizontes calcáreo-arcillosos, con numerosos fósiles de pelecípodos. De acuerdo con Carrillo-Bravo (1965), en su descripción de la Formación Huizachal, en el camino de Tlahuelompa, Hidalgo, a San Mateo, Veracruz, incluye "por lo menos dos horizontes con pelecípodos", porción que se asigna a la Formación Huayacocotla, validando el contacto como concordante. Sin embargo, para las plantas procedentes de esta localidad asignadas al Triásico Tardío (Silva-Pineda, 1963), recientemente se consideró una edad pérmica (Weber, 1997).

Carrillo-Bravo (1965) describe las siguientes plantas fósiles: *Todites* sp., *Mertensides bullatus* Bundury, *Thaumatopteris* cf. *T. kochibei*, *Sphenopteris* cf. *S. desmomera* Sapporta, géneros del Triásico Superior, aunque los dos últimos están también en el Jurásico Inferior y Medio. Encuentra, además, las especies *Otozamites hespera* Wieland y *O. reglei* Brongniart, que han sido consignadas del Jurásico Inferior. Por otro lado, en Cañón de la Reja, Silva-Pineda (1978) informa sobre la presencia de *Williamsonia netzahualcoyotli* Wieland, que es considerada del Jurásico Inferior. Schmidt-Effing (1980) describió también fósiles del Hetangiano. Con base en lo anterior y por su relación estratigráfica con la Formación Huayacocotla, se asigna una edad correspondiente al Triásico Tardío-Jurásico Temprano.

En el Jurásico Tardío, las condiciones tectónicas y sedimentológicas cambiaron, dando lugar a un ambiente marino con una batimetría muy contrastada, donde se yuxtaponen facies someras y profundas como las que documenta Schmidt-Effing (1980), incluso probablemente deltaicas, como lo sugiere el mismo autor.

CONCLUSIONES

1. La base de la secuencia estudiada está representada por la Formación Guacamaya, que se caracteriza por estratos turbidíticos con secuencias bouma completas, que varían de debrita a facies distales.
2. Por medio del fusulínido de la especie *Skinnerella* sp., recolectada por primera vez en esta región (Formación Guacamaya), y por otras especies ya descritas en trabajos antecedentes, esta unidad abarca un lapso del Wolfcampiano tardío al Leonardiano temprano.

3. El depósito de la Formación Guacamaya ocurrió en una cuenca profunda, cerca del talud continental, frente a una plataforma marina somera que, a través de corrientes de turbiedad, aportó bloques de roca calcáreas y abundantes fragmentos líticos de rocas andesíticas asociadas con actividad magmática provenientes del occidente, donde se interpreta un límite de placas convergente.
4. La Formación Huizachal es una secuencia de lechos rojos en estratos gruesos, masivos y lenticulares, caracterizados por conglomerado polimíctico, arenisca conglomerática, arenisca arcósica y arenisca feldespática.
5. La Formación Huizachal abarca el intervalo del Cárnico al Hetangiano inferior, asociándose a un depósito fluvial meándrico, en un área subsidente asociada al proceso distensivo en el marco de la disgregación del supercontinente Pangea.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento a la Dra. Alicia Silva-Pineda, investigadora titular del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, y al Dr. Abelardo Cantú-Chapa, Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, del Instituto Politécnico Nacional, quienes con sus atinadas sugerencias mejoraron este artículo. Asimismo, agradecen a la Dra. Blanca Estela Buitrón su participación en el trabajo de campo y en la identificación de los macrofósiles recolectados en el área de estudio.

Esta investigación está financiada por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA-PAPIIT), UNAM, a través del proyecto núm. IN1087951 IG y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, mediante el proyecto 0986P-T9507.

Finalmente, los autores desean expresar su reconocimiento hacia el trabajo geológico realizado por el Dr. Emil Böse, el que está reflejado en sus publicaciones, las cuales han contribuido significativamente al conocimiento de la geología de México, ya que en sus documentos se tiene una valiosa información sobre las relaciones estratigráficas y de los contenidos faunísticos de varias formaciones jurásicas y cretácicas de México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buitrón, B.E.; Patiño-Ruiz, Jaime; y Moreno-Cano, Alejandro, 1987, Crinoides del Paleozoico tardío (Pensilvánico) de Calnali, Hidalgo: Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, v. 1, núm. 1, p. 125-136.
- Carrillo-Bravo, José, 1961, Geología del anticlinorio Huizachal-Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamps.: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 13, núms. 1-2, p. 1-98.
- , 1965, Estudio geológico de una parte del anticlinorio de Huayacocotla: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 17, núms. 5-6, p. 73-96.
- Coogan, A.H., 1960, Stratigraphy and paleontology of Permian Nosoni and Dekkas Formations (Bolliboka Group): Berkeley, University of Cali-

- fornia, *Publications in Geological Sciences*, v. 36, núm. 5, p. 243–316, láms. 22–27.
- Facultad de Ingeniería, 1990, Informe final Prospecto Zacualtipán (IGZN-711): México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 235 p. (inédito).
- Gastil, R.G.; Lemone, D.V.; y Stewart, W.J., 1973, Permian fusulinids from near San Felipe, Baja California: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 57, núm. 4, p. 746–747.
- Mendoza-Rosales, C.; Arellano-Gil, Javier; y Silva-Romo, Gilberto, 1992, Nuevas localidades del contacto transicional de las Formaciones Huizachal y Huayacocotla: *Sociedad Geológica Mexicana, Convención Geológica Nacional*, 11, Veracruz, Ver., México, Resúmenes, p. 121 (resumen).
- Moore, R.C., y Jeffords, R.M., 1968, Classification and nomenclature of fossil crinoids based on studies of dissociated parts of their columns: Lawrence, KS, The University of Kansas, *Paleontological Contributions*, Article 9, Serial Number 46, p. 1–86, 28 láms.
- Ochoa-Camarillo, H.R., 1996, Geología del anticlinorio de Huayacocotla en la región de Molango, Estado de Hidalgo: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, tesis de maestría, 91 p. (inédita).
- Ochoa-Camarillo, H.R.; Buitrón, B.E.; y Silva-Pineda, Alicia, 1997a, Red beds of the Huayacocotla Anticlinorium, State of Hidalgo, east-central Mexico: *Geological Society of America Abstracts with Programs*, v. 50, núm. 2, p. 42 (resumen).
- 1997b, Aspectos bioestratigráficos, paleoecológicos y tectónicos del Jurásico (anticlinorio de Huayacocotla) en la región de Molango, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, 2, Pachuca, Hidalgo, Simposia y Coloquio, sin paginación (resumen).
- Ortega-Gutiérrez, Fernando; Mitre-Salazar, L.M.; Roldán-Quintana, Jaime; Aranda-Gómez, J.J.; Morán-Zenteno, D.J.; Alaniz-Álvarez, S.A.; y Nieto-Samaniego, Á.F., 1992, Texto explicativo de la quinta edición de la carta geológica de la República Mexicana: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, y Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Consejo de Recursos Minerales, 74 p.
- Pérez-Ramos, Olivia, 1978, Estudio bioestratigráfico del Paleozoico superior del anticlinorio de Huayacocotla en la Sierra Madre Oriental: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, v. 39, núm. 2, p. 126–135.
- Radelli, Luigi; Menicucci, Serge; Mesnier, H.P.; Araux, Elizabeth; Calmus, Thierry; Amaya-Martínez, Ricardo; Barrera, Edgardo; Domínguez, P.E.; Navarro-M., Luis; y Soto, Luis, 1987, Allochthonous Paleozoic bodies of central Sonora: Hermosillo, Sonora, Universidad de Sonora (UNI-SON), *Boletín del Departamento de Geología*, v. 4, núms. 1–2, p. 1–15.
- Ross, C.A., 1986, Paleozoic evolution of southern margin of Permian basin: *Geological Society of America Bulletin*, v. 97, núm. 5, p. 536–554.
- Schmidt-Effing, Reinhard, 1980, The Huayacocotla Aulacogen in Mexico (Lower Jurassic) and the origin of the Gulf of Mexico, in Pilger, R.H., Jr., ed., *The origin of the Gulf of Mexico and the early opening of the central North Atlantic: Proceedings of a symposium*, Baton Rouge, LA, p. 79–86.
- Silva-Pineda, Alicia, 1963, Plantas del Triásico Superior del estado de Hidalgo: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana* 11, pte. 2, 20 p.
- 1978, Paleobotánica del Jurásico de México—Contribuciones a la paleobotánica del Jurásico de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana* 44, pte. 1, p. 1–16.
- 1984, Revisión taxonómica y tipificación de las plantas jurásicas colectadas y estudiadas por Wieland (1914) en la región de El Consuelo, Oaxaca: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana* 49, 103 p., 2 figs., 31 láms.
- Skinner, J.W., 1971, New Lower Permian fusulinids from Culberson County, Texas: University of Kansas Paleontological Institute, *American Geological Institute*, p. 53.
- Suter, Max, 1990, Hoja Tamazunchale 14 Q-e(5), con Geología de la hoja Tamazunchale, estados de Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Carta Geológica de México, serie de 1:100,000, núm. 22, 55 p.
- Vachard, Daniel; Flores de Dios, Antonio; y Buitrón, B.E., 1997, Sur une nouvelle localité à fusulines du Wordien (Permien Supérieur) du Mexique—conséquences paléogéographiques: *Geobios*, v. 30, núm. 3, p. 361–370.
- Vachard, Daniel; Fourcade, E.; Romero, J.E.; Méndez, J.; Cosillo, A.; Alonzo, M.; Azema, J.; y Cros, P., en prensa, Foraminifères et algues de la Formation Chóchal, Permien du Guatemala—système, biostratigraphie et paléogéographie: *Geobios*.
- Vachard, Daniel; Grajales, J.M.; Flores de Dios, Antonio; Torres, Ricardo; y Buitrón, B.E., 1997, Patlanoaya and Juchatengo—two key sequences for understanding the late Paleozoic geological history of Mexico: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, 2, Pachuca, Hidalgo, Simposia y Coloquio, sin paginación (resumen).
- Wilde, G.L., 1990, Practical fusulinid zonation—the species concept—with Permian basin emphasis: *West Texas Geological Society Bulletin*, v. 29, núm. 7, p. 5–15, 28–34.
- Weber, Reinhard, 1997, Contribution to the knowledge of the continental Leonardian of eastern Mexico: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, 2, Pachuca, Hidalgo, Simposia y Coloquio, sin paginación (resumen).