ESTRATIGRAFIA CRETACICA Y TECTONICA DE UNA PORCION DEL CENTRO Y NORESTE DE MEXICO*

E. López Ramos**

RESUMEN

El área estudiada tiene unos 200,000 Km², comprendidos al sur por el Eje Neovolcánico, al norte por el paralelo 26° (norte de Monterrey, N.L.); al oriente por la planicie costera del Golfo de México (Cuenca Terciaria de Chicontepec) y al poniente por el Meridiano 101° (Ciudad de San Luis Potosí). Geográficamente comprende la porción este de la Sierra Madre Oriental, la porción este del Altiplano y parte de la planicie costera del Golfo de México.

Las rocas aflorantes y encontradas por pozos en busca de hidrocarburos, casi todas son de ambiente de cuenca, con fauna del Neocomiano al Aptiano y comprende las formaciones siguientes de norte a sur: Cupido, Pimienta Inferior (?), Guaxcamá (evaporitas), Tamaulipas Inferior, Chapulhuacán y Ahuacatlán (nombres informales los dos últimos) y Santuario. En general pasan gradualmente hacia arriba a sedimentos de las Formaciones Otates (La Peña), si bien estas formaciones cambian su litología de Ciudad Victoria hacia al sur. En el Cretácico temprano los ambientes de depósito fueron de infranerítico a batial superior según la microfauna y la presencia de amonitas. Los espesores del Cretácico Inferior son muy variables de los 3,000 m de evaporitas (anhidritas en San Luis Potosí a las 600 + m de rocas neríticas y batiales en la Sierra Madre Oriental).

Respecto al Cretácico medio se formaron calizas platafórmicas, con diferentes desarrollos arrecifales entre los que destacan los situados al S de Galeana, N.L. (Ascensión), los del E de Tula hasta el SW de Llera, Tamps., la famosa Sierra del Abra, La Sierra de Taninul (Micos), los encontrados al NE de San Luis Potosí y Río Verde, Valle de los Fantasma y Sierra de Nicolás Pérez; la magnífica localidad de Laguna Colorada, Qro., al oeste Ahuacatlán, S.L.P., los bancos arrecifales de Jacala—Norte de Zimapán, Hgo., el arrecife de El Doctor, Qro.,

y la zona arrecifal al N-NW de Pachuca, Hgo., el banco al NW de Actopan, Hgo., y oriente de Ixmiquilpan, Hgo.

El Cretácico Superior está representado por las calizas negras laminadas de la Fm. Agua Nueva, las clásticas tipo flysch de la Fm. Soyatal, las calizas con lutitas de la Fm. San Felipe y las margas grises de la Fm. Méndez.

Se localizaron nuevas áreas arrecifales y es posible que los depósitos considerados como post-arrecife pertenezcan realmente a una gran plataforma que está limitada al Este y Oeste por mares neríticos y batiales someros.

La Sierra Madre Oriental presenta pliegues recumbentes hacia el Este, fallas inversas y cobijaduras desde Monterrey hasta Aramberri, N.L., al Oeste de Ciudad Victoria, N.W. de Tamazunchale, Oeste de Mestitlán y al Oriente del Arrecife El Doctor, considerándose que la Sierra Madre Oriental tiene una amplitud promedio de unos 90 km. Su límite con la planicie costera es muy claro (altitudes sólo de unos 200 m) en cambio es difícil su alcance al W con el Altiplano, los únicos argumentos válidos son la suavidad de la topografía y su altitud. Todavía no es explicable el origen del acortamiento transversal de la Sierra Madre Oriental de más de 100 km, esto es que los depósitos originales fueron afectados tectónicamente, comprimiéndolos y afallándolos en muchos casos. Los anticlinorios de Huizachal, Peregrina, Catorce y Huayacocotla tienen orígenes distintos.

INTRODUCCION

Este estudio resumido de una porción de la Sierra Madre Oriental tiene como objetivo una actualización de nuestros conocimientos del área, que está indicada en la bibliografía anexa. Desde luego que hay algunos estudios inéditos y otros que no aparecen referidos en este trabajo como son los de Petróleos Mexicanos, Instituto de Geología UNAM, así como pocas tesis profesionales y de Geología de Minas, que debido a su calidad de confidenciales y de poca extensión superficial no pudieron utilizarse.

Afortunadamente la DETENAL (ahora Direc-

* Trabajo presentado en la V Convención de la Sociedad Geológica Mexicana, Nov. 1980.

** Investigador del Instituto de Geología, UNAM, Ciudad Universitaria. México 20, D.F., y Profesor de Geología de México, en la ESIA-IPN.

FIG 1

ción de Geografía) ha realizado el estudio cartográfico de prácticamente toda el área presentada y que era el obstáculo principal para realizar un buen estudio geológico superficial.

Cretácico Inferior

Las rocas aflorantes y encontradas por pozos en busca de hidrocarburos, casi todas son de ambiente de cuenca, con fauna del Neocomiano al Aptiano y comprende las formaciones siguientes de norte a sur: Cupido, Pimienta Inferior (?), Guaxcamá (evaporitas), Tamaulipas Inferior, Chapulhuacán y Ahuacatlán (nombres informales) y Santuario. En general pasan gradualmente hacia arriba a sedimentos de las Formaciones Otates (La Peña), si bien estas formaciones cambian su litología de Ciudad Victoria hacia el sur.

El ambiente de depósito fue de infranerítico a batial superior según la microfauna y la presencia de amonitas. Los espesores del Cretácico Inferior son muy variables de los 3,000 m de evaporitas (anhidritas en San Luis Potosí) a las 600 + m de rocas neríticas y batiales en la Sierra Madre Oriental.

Cretácico Medio

En la Fig. No. 1 anexa, modificada de la VI-13 del Tomo II de la Geología de México, se aprecia un mapa geológico con el desarrollo de las calizas platafórmicas con diferentes desarrollos arrecifales entre los que destacan los situados al sur de Galeana, N.L., los del oriente de Tula hasta el SW de Llera, Tamps., la famosa Sierra del Abra. La Sierra de Taninul (Micos), los encontrados al NE de San Luis Potosí y Río Verde, Valle de los Fantasma y Sierra de Nicolás Pérez; la magnífica localidad de Laguna Colorada, Qro., al oeste Ahuacatlán, Qro. (?), los bancos arrecifales de Jacala-norte de Zimapán, Hgo., el arrecife de El Doctor, Qro., y la zona arrecifal al N-NW de Pachuca, Hgo., el banco al NW de Actopan, Hgo., oriente de Ixmiquilpan, Hgo. En las localidades mencionadas afloran las formaciones Tamabra, El Abra, El Doctor, las cuales gradúan lateralmente a rocas neríticas con amonitas de las formaciones Taraises, Cuesta del Cura y Tamaulipas Superior. El ambiente de depósito predominante al oriente fue de tipo nerítico y de plataforma o lagunar, en lo que actualmente constituye la Sierra Madre Oriental y parte del Altiplano Mexicano.

Debe indicarse que en las estructuras arrecifales

de Tamuín, Laguna Colorada, Tamasopo, El Abra, Tampaón y otras, se presentan tanto los ciclos geológicos de depósito vertical, como también verdaderos núcleos arrecifales con coquinas de moluscos y depósitos periarrecifales (breccias) y lagunares estos últimos con abundancia de *Toucasias* y *miliólidos*.

Los espesores del Cretácico Medio varían de 600 a 1,000 m (Banco de El Doctor) en los afloramientos y hasta 2,500 m en los pozos V. de Guadalupe 1 y Colmena No. 1. (Fig. No. 1)

Cretácico Superior

Respecto a estas rocas sólo se encontraron remanentes debido a la erosión de las Formaciones Soyatal-Xilitla-Agua Nueva (Turoniano), San Felipe, Cárdenas y Caracol Inferior como depósitos flyschoides del Senosiano, estos últimos en el Altiplano y finalmente la Formación Méndez y Caracol y Méndez como depósitos neríticos marinos producto de erosión de las primeras pulsaciones de la Revolución Laramide y que aparecen principalmente en el frente de la Sierra Madre Oriental (Fm. Méndez), ya que la Fm. Caracol es un producto flyschoides más bien de origen relicto continental, con escasísima fauna marina que puede verse en el altiplano. Los espesores del Cretácico Superior son muy variables no pasando de unos centenares de metros.

Origen de las estructuras de plataforma

Aparte de las condiciones geoquímicas propicias para el desarrollo de estas grandes masas de rocas de tipo platafórmico como son la profundidad del agua, su temperatura y pH, su cantidad de materia prima, tanto de origen orgánico como inorgánico, deben haberse desarrollado condiciones diagenéticas muy propicias que dieron lugar a los desarrollos arrecifales, que prácticamente carecen de corales, en cambio hay una riquísima variedad de Rudistas (Caprinidos y *Toucasias*) sobre todo asociados lateralmente a microfauna lagunar o periarrecifal de miliólidos, pero a medida que se profundizan los taludes de los bancos arrecifales hay una gran variedad de foraminíferos bentónicos que indican la batimetría de los sedimentos principalmente calcáreos, aunque ya en el Cretácico Superior se presentan algunos flyschoides como las Formaciones Caracol y Cárdenas al norte y Soyatal al sur.

SECCION ESQUEMATICA DEL ANTICLINORIO PEREGRINA (CAÑON DE CABALLEROS)
 Por J. Carrillo B. (1961) Modif por E. Lopez Ramos (1977)

SECCION ESQUEMATICA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL
 Por G. Desjardins y E. Lopez Ramos (1977)

SECCION TRANSVERSAL DE UNA PARTE DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL
 Por A. J. Bédouin (1956)

FIG. 2

Paleogeología

Las rocas cretácicas comprendidas fueron depositadas sin aparente discordancia con las rocas jurásicas en la porción central y oriental, encontrándose algunas áreas emergidas en el Jurásico Superior, como la plataforma de Valles en la porción central y la Isla Bernal, Qro., donde se depositan sólo rocas clásticas (Fm. Trancas), de muy poco espesor que aparecen en discordancia con calizas de El Doctor, ya que el Neocomiano y Aptiano están ausentes (Fig. 1). Es posible que esta condición sólo se realice en la porción SW del área, aunque al W de Ahuacatlán, Pinal de Amoles en la región de Jalpa, vuelve a repetirse la secuencia completa de rocas miogeosinclinal o sea Jurásico Superior (Formaciones Pimienta-Trancas) y Cretácico (Neocomiano) Aptiano y Albiano-Cenomaniano hasta los depósitos flyschoides de la Formación Soyatal.

Un argumento de interés para explicarse el predominio de las arrecifales y de plataforma en la porción central del área estudiada (Sierra Madre Oriental), es que éstas aparentemente se defienden más de la erosión que las rocas estratificadas. Debe tomarse en cuenta que los afloramientos actuales han ascendido a más de 2,000 m de su posición de depósito, sin tomar en cuenta los grandes volúmenes de rocas que desaparecieron durante 60 millones de años por los procesos de destrucción de los agentes atmosféricos y corrientes superficiales.

No se incluyó en el mapa la posible Isla Jurásica o plataforma mesozoica en la porción NE de San Luis Potosí, debido a lo escaso de la información de subsuelo.

Tectónica

Según se aprecia en el mapa de este tipo, el rumbo de los pliegues es generalmente norte-sur, hasta la región de Monterrey donde se desplazan al W rumbo a Torreón, Coah. (Fig. 4).

La Sierra Madre Oriental presenta pliegues recumbentes hacia el Este; fallas inversas y cobijaduras desde Monterrey hasta Aramberri, N.L., al Oeste de Ciudad Victoria, NW de Tamazunchale, Oeste de Mestitlán y al oriente del Arrecife El Doctor, considerándose que la Sierra Madre Oriental tiene amplitud promedio de unos 90 km (véanse secciones de las figs. 2 y 3). Su límite con la planicie costera es muy claro (altitudes sólo de unos 200 m) en cambio es difícil su límite W con el Altiplano, los únicos argumentos válidos son la

suavidad de la topografía y su altitud.

Todavía no es explicable el acortamiento transversal de la Sierra Madre Oriental de más de 100 km, esto es que los depósitos originales fueron afectados tectónicamente, comprimiéndolos y afallándolos en muchos casos. Los anticlinorios de Huizachal, Peregrina, Catorce y Huayacocotla tienen orígenes distintos, debido a que el aspecto estratigráfico y tectónico de las secciones así lo indica.

Respecto a una posible zona de subducción al W de la Sierra Madre Oriental que explicaría las grandes zonas de fallas, como la encontrada al oriente de Pinal de Amoles, Qro. y que afecta los sedimentos cretácicos, no es posible establecerla, ya que primero habría que detallar varias secciones tectónicas de la Sierra que parte del oriente del altiplano para decidir los distintos eventos tectónicos, aunque puede adelantarse, con la información presentada, que cuando menos la orogenia Nevadiana, fines del Jurásico y la Larámide, principios del Terciario estuvieron presentes, debido a las evidencias ya descritas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Algunas de las conclusiones que pudieran derivarse de este trabajo podrían considerarse las siguientes:

a) La paleogeografía del Pre-Albiano Cenomaniano deberá modificarse por la presencia de discordancias angulares entre la Formación El Doctor (El Abra) y el Jurásico Superior (Pimienta-Taman-Trancas?), que aparece en una ventana de estas rocas situadas a unos 700 m al norte de las Grutas de Xoxafí que a su vez se localizan a unos 4 km al NE de Lagunilla (16 km al N-NE) de Actopan, Hgo. La información proporcionada por el pozo Ixmiquilpan No. 1, situado a unos 20 km al SW de esta localidad donde sólo se encontraron 75 m de sedimentos de la Formación Santuario que subyacen a la Formación Trancas (Jurásico Superior) y sobreyacen a 365 m de rocas del Abra prácticamente confirman esta área emergida después del Jurásico, pues en el Cretácico temprano o está ausente o bien tiene espesores muy delgados. Si a lo anterior se agrega que algunas de las "intrusiones" reportadas como dioritas (Ti) en las excursiones A-14 y C-6 del XX Congreso Geológico Internacional (México 1956), son rocas plutónicas con conglomerados en su cima indicando que eran preexistentes al depósito de la Fm. Las Trancas. Lo

anterior pudo apreciarse a unos 300 m al sur del Puerto Ing. Díaz, aproximadamente en el km 135 de la Carretera Pachuca-Nuevo Laredo.

A unos 25 km al S de Toluán, Qro., al W de Vizarrón, M. Carrillo (1980) en su trabajo de la V Convención Geológica Nacional, indica que detalló dos secciones jurásicas, que aunque estudiadas por Petróleos Mexicanos anteriormente, aportó nueva información sobre su petrología y origen de la primera de ellas, situada al oeste de los afloramientos jurásicos, tiene una secuencia de filitas jurásicas con intercalaciones calcáreas y amonitas del Jurásico Superior que son muy parecidas a la Formación Trancas; sobre éstas aparece un conglomerado y luego calizas con pedernal posiblemente de la Fm. Cuesta del Cura, la cual está cubierta por lutitas y areniscas del Cretácico Superior (Fm. Soyatal?). La segunda sección al NE más cercana a Vizarrón aparentemente se trata de un bloque volcado al oeste y afallado (?), donde aflora una gruesa sección de tobas riolíticas cubiertas por un conglomerado del mismo material y sobre estas calizas de la Fm. Cuesta del Cura por lo que estaría ausente el Jurásico Superior (?) y el Neocomiano. Es evidente que esta discordancia entre el Jurásico (?) y Cretácico Medio puede ser la misma que fue observada por el autor al NE de las grutas de Xoxafí (N de Actopan, Hgo.).

Debe entenderse que en la región de Toluán-Bernal, Gto., afloran rocas marinas clasificadas como Fm. Trancas, que ahora se sabe que contienen rocas terrígenas (tobas riolíticas) independientemente de las Capas Rojas, que las subyacen en algunos lugares y clasificadas por el autor como Triásico-Jurásico (ver Vol. II Geología de México, 1980 2a. edición), lo cual confirma un área emergida durante el Jurásico (Jurásico Superior, parte Jurásico Medio a Inferior) y gran parte del Cretácico Inferior, ver Fig. 1 de la región al norte de

Toluán donde se encuentran rocas de la Fm. Soyatal (Cretácico Superior) en contacto con la Fm. Las Trancas.

c) Uno de los problemas más serios para tratar de descifrar el patrón o patrones de sedimentación del Cretácico Medio en toda el área estudiada, son las relaciones de la Caliza El Doctor con la Cuesta del Cura, ya que si se observan las secciones estudiadas en diferentes partes desde el norte de Zimapan, región de Toluán, W de Xilitla y norte de Cd. Maíz, S.L.P., se verá que lentes de calizas arrecifales aparecen intercaladas dentro de las calizas Cuesta del Cura (o Tamaulipas?), lo anterior es importante porque aparentemente sí hubo una sedimentación de ambientes mixtos tanto de plataforma (El Doctor) y Cuesta del Cura (Cuenca).

Es indudable que son necesarios mayores estudios estratigráficos de campo para decidir si las rocas platafórmicas están en su lugar de crecimiento o bien fueron acarreadas como turbiditas de rocas arrecifales más altas topográficamente en el momento de su depósito, tal como ocurrió con las rocas de la Fm. Tamabra situadas al oeste y sur de la Faja de Oro.

Respecto a la tectónica, los rumbos de los pliegues de esta amplia porción de la República Mexicana son prácticamente N-S, con algunas porciones que presentan un alineamiento NNW-SSE, los pliegues y zonas de falla tienen una inclinación al oriente. Sólo se han encontrado grandes fallas inversas y cabalgaduras entre Monterrey y Este de Aramberri, región de Tamazunchale y oeste de Mesitlán. Curiosamente no se ha informado de evaporitas en el subsuelo de estos valles, aunque la Formación Olvido sí está presente en el Anticlinorio de Peregrina y en la región de Galeana, N.L., y la Formación Guaxcamá (3,000 metros de anhidritas) en el NE de San Luis Potosí.

BIBLIOGRAFIA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL Y LA FAJA DE ORO

- Aguayo, J.E. y K. Kanamori, 1976. The Tamuin Member of the Méndez Shale, along the eastern flank of the Sierra de El Abra, San Luis Potosí, East Mexico. *Bol. Soc. Geol. Mexicana*, v. 37, pp. 11-17.
- Aguayo, J.E., 1978. Sedimentary environments and diagenesis of a Cretaceous reef complex, eastern Mexico. Univ. Nal. Autón. México, *Anales Centro del Mar y Limnología*, v. 5, pp. 83-140.

- Becerra, A., 1970. Estudio bioestratigráfico de la Formación Tamabra del Cretácico en el distrito de Poza Rica. *Rev. Inst. Mexicano del Petróleo*, v. 2, pp. 21-25.
- Benavides, L., 1956. Notas sobre la geología petrolera de México. In *Symposium sobre yacimientos de petróleo y gas*. XX Cong. Geol. Internat., México, D.F., t. 3, pp. 351-562.

FIG 4

- Bodenlos, A.J., F. Bonet; Segerstrom, K.; E.J. Guzmán; T. Díaz y otros. 1956. Notas sobre la geología de la Sierra Madre en la sección Zimapán-Tamazunchale. In Estratigrafía del Cenozoico y del Mesozoico a lo largo de la carretera entre Reynosa, Tamps. y México, D.F. Tectónica de la Sierra Madre Oriental. Vulcanismo en el Valle de México. XX Cong. Geol. Internal., México, D.F., Libreto-guía, Excursiones A-14 y C-6, 323 p., mapas y tablas.
- Bonet, F., 1952. La Facies Urgoniana del Cretácico Medio en la región de Tampico. *Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol.*, v. 4, pp. 153-262.
- , 1956, Zonificación microfaunística de las calizas cretácicas del este de México. XX Cong. Geol. Internal. México, D.F., monografía, 102 p.
- , 1963, Biostratigraphic notes on the Cretaceous of Eastern Mexico. *Corpus Christi Geol. Soc., Ann. Field Trip Guidebook*, pp. 36-48.
- Böse, E., 1906. De San Luis Potosí a Tampico. X Cong. Geol. Internal. México, D.F., Libreto guía, Exc. 30, 11 p.
- Boyd, D.R., 1963. Geology of the Golden Lane Trend and related fields of the Tampico Embayment. *Corpus Christi Geol. Soc. Ann. Field Trip Guidebook*, pp. 49-56.
- Burckhardt, C., 1930. Etude Synthétique sur le Mésozoïque mexicain. *Mem. Soc. Paleont. Suisse*, v. 49-50, 280 p.
- Cabrera, R., 1975. Comentarios breves sobre los aspectos sedimentológicos y económicos del Jurásico Superior en el Distrito de Poza Rica. In *Petróleos Mexicanos, II Simposio de Geología del Subsuelo*, Poza Rica, pp. 46-76.
- Cabrera, R. y S. Menes, 1973. Aplicación e importancia económica de las microfácies en la Formación El Abra. *Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol.*, v. 25, pp. 237-307.
- Carrasco, B., 1970. La Formación El Abra (Formación El Doctor) en la Plataforma Valles-San Luis Potosí. *Rev. Inst. Mexicano del Petróleo*, v. 2, pp. 97-99.
- , 1977. Albian sedimentation of submarine autochthonous and allochthonous carbonates, east edge of the Valles San Luis Potosí platform, Mexico. In *Deep water carbonate environments*. Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ. 25, pp. 263-272.
- Carrillo-Bravo, J., 1971. La Plataforma Valles-San Luis Potosí. *Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol.*, v. 23, pp. 1-106.
- Carrillo, M., 1980. Geología en los alrededores del Banco Calcáreo El Doctor, Qro. Resúmenes. V Convención Geológica Nacional.
- Corpus Christi Geological Society, 1963. Annual Field Trip. May 23-26 Peregrina Canyon and Sierra del Abra, 107 p. Leaders F. Bonet, J. Carrillo, R. Mixon and G. Murray.
- Coogan, A.H., D.G. Debout y C. Maggio, 1972. Depositional environment and geologic history of Golden Lane and Poza Rica Trend, Mexico, an alternative view. *American Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, v. 56, pp. 1419-1447.
- Coogan, A.H., 1973. New Rudists from the Albian and Cenomanian of Mexico and south Texas. *Rev. Inst. Mexicano del Petróleo*, v. 5, n. 2, pp. 51-83.
- , 1977. Early and middle Cretaceous Hippuritacea (Rudists) of the Gulf Coast. In *Cretaceous carbonates of Texas and Mexico*. Texas Univ. at Austin, Bur. Econ. Geol., Rept. Invest. 89, pp. 32-70.
- Debout, D.F., 1979, Lower Cretaceous shelf-margin carbonate facies northwestern Gulf of Mexico. *American Assoc. Petrol. Geol. An. Conv., Houston, Abstracts*, p. 52 (resumen).
- Dietz, R.S. y J.C. Holden, 1970. The breakup of Pangea. *Sci. American*, v. 223, pp. 30-41.
- Enos, P., 1974. Reefs, platforms, and basins of middle Cretaceous in northeast Mexico. *American Assoc. Petrol. Geol. Bull.* v. 58, pp. 800-809.
- Enos, 1977, Tamabra limestone of the Poza Rica trend, Cretaceous, México. *Soc. Econ. Paleont. Miner. Spec. Publ.* 25, pp. 273-314.

- Flawn, P.T. 1961. The Ouachita structural belt in Mexico: In The Ouachita System. Texas Univ. at Austin, Bur. Econ. Geology, Publ. 6120, pp. 22-105.
- Flores, J., 1965. Los arrecifes de la cuenca de Tampico-Tuxpan, México. *Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol.*, v. 7, pp. 398-500.
- Folk, R.L. 1959. Practical petrographic classification of limestones. *American Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, v. 43, pp. 1-38.
- , 1965. Some aspects of recrystallization in ancient limestones. In Dolomitization and limestones diagenesis Soc. Econ. Paleont. and Miner., Spec. Publ. 13, pp. 14-48.
- Freeland, G.L. y R.S. Dietz, 1971. Plate tectonics evolution of Caribbean-Gulf of Mexico region. *Nature*, v. 232, pp. 20-23.
- Fries, C., 1962. Resumen de la Geología de la Hoja Pachuca, Estados de Hidalgo y México. Univ. Nal. Autón. México Inst. Geología, Serie 1:100,000.
- Gómez-Ponce, M., 1969. Estudio Bioestratigráfico de los sedimentos terciarios que sobreyacen a la Formación El Abra en una porción de la Faja de Oro Marina de la Plataforma Continental del Golfo de México. Inst. Mexicano del Petróleo, Seminario Expl. Petrol., México, D.F., Mesa Redonda 3, 15 p.
- Govela, S. 1975. Sedimentología de la Formación El Abra en una porción de la Faja de Oro Marina. In *Petróleos Mexicanos, II Simposio Geología del Subsuelo*, Poza Rica, pp. 98-127.
- Griffith, L.S., M.G. Pitcher y G. Wesley-Rice, 1969. Quantitative environmental analysis of Lower Cretaceous reef complex. In *Depositional environments in carbonate rocks*. Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ. 14, pp. 120-138.
- Guzmán, E.J., 1967. Reef type stratigraphic traps in Mexico. VII World Petroleum Cong. México, D.F., Proc., v. 2, pp. 461-470 Elsevier, New York.
- Heim, A., 1940. The front ranges of the Sierra Madre Oriental, México from Ciudad Victoria to Tamazunchale. *Eclogae Geol. Helvetiae*, v. 33, pp. 313-360.
- Humphrey, W.E. 1953. La facies Urganiana del Cretácico Medio en la región de Tampico; by E. Bonet: a review. *American Assoc. Petrol. Geol. Bull.*
- Kellum, L.B., 1930. Similarity of surface geology in front ranges of Sierra Madre Oriental to subsurface in Mexican southern fields. *American Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, v. 14, pp. 73-91.
- López-Ramos, E., 1952. Bosquejo geológico y campos petroleros al oriente de la Faja de Oro. *Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol.* v. 4, pp. 413-424.
- , 1972. Estudio del basamento ígneo y metamórfico de las zonas Norte y Poza Rica (entre Nautla, Ver. y Jiménez, Tamps.) *Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol.*, v. 25, pp. 267-323.
- , 1973. Estudio geológico de la Península de Yucatán. *Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol.*, v. 25, pp. 25-76.
- , 1974. Geología General y de México. Edición Escolar, 509 p.
- , 1979. Geología General y de México, Tomo II, 423 p. y III, 454 p. Ediciones Escolares.
- McFarlan, E., Jr. 1977. Lower Cretaceous sedimentary facies and sea level changes, U.S. Gulf Coast. Texas Univ. at Austin, Bur. Econ. Geol. Rept. Invest. 89, pp. 5-11.
- Mejía, O., 1969. Problemas de exploración del Distrito de Poza Rica. Características geológicas generales del Distrito de Poza Rica. In *Inst. Mexicano del Petróleo, Seminario, Expl. Petrol.*, México, D.F., Mesa Redonda 3, 9 p.
- Moya, F., 1975. Estudio sedimentario del Cretácico Medio en el área margen oriental de Plataforma Valles-San Luis Potosí. *Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol.*, v. 26, pp. 337-359.
- Müir, J.M., 1936. Geology of the Tampico region, Mexico. *American Assoc. Petr. Geol.*, Tulsa, 280 p.
- Pedrazzini, J.C., 1979. Estudio de la Formación El Abra en la plataforma calcárea de Tuxpan-Tecolutla. Facultad de Ciencias, UNAM. Tesis Doctoral 1978, figuras y planos.

- Perkins, B.F. 1960. Biostratigraphic studies in the Comanche (Cretaceous) of Northern Mexico and Texas. Geol. Soc. America, Mem. 83, 138 p.
- Salas, G.P. 1949. Geology and development of Poza Rica oil fields, Veracruz, México. American Assoc. Petrol. Geol. Bull. v. 33, pp. 1385-1409.
- Segerstron, K., 1961 (a). Geología del suroeste del Estado de Hidalgo y del noreste del Estado de México. Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol., v. 13, pp. 147-168.
- Viniegra, F. y C. Castillo-Tejero, 1970. Golden Lane fields, Veracruz, México. American Assoc. Petr. Geol. Mem. 14, pp. 309-325.
- Wilson, B.W., J.P. Hernández y E. Meave, 1955. Un banco calizo del Cretácico en la parte oriental del Estado de Querétaro, México. Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 18, pp. 1-10.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate facies in geologic history. Springer Verlag. New York, 471 p.