



CHICXULUB

El caso mítico Chicxulub se analiza en 5 artículos y un addendum de pozos petroleros perforados en Campeche, Golfo de México, publicados en la revista Petroquímex y en la Memoir 75, de AAPG (2001).

Dr. Abelardo Cantú Chapa



Fuente: Instituto Politécnico Nacional
Dr. Abelardo Cantú Chapa
Revista: Petroquímex
Enero-Febrero-2004 pág. 20-24

El límite Cretácico-Cenozoico y su relación con un posible impacto de un cuerpo extraterrestre en Yucatán

RESUMEN. La Bioestratigrafía caracteriza el límite Cretácico-Cenozoico, según extinciones y apariciones sucesivas de grupos de organismos de origen marino, ocurridas en esa etapa frontera de la Historia de la Tierra. La desaparición súbita de ciertos organismos, en ese límite cronoestratigráfico, representa un evento geológico que genera controversias, como otros sucesos ocurridos en diferentes episodios geológicos.

Para subsanar deficiencias de conocimientos, se invocan, constantemente, impactos de cuerpos extraterrestres sobre la Tierra, que ocasionaron la desaparición simultánea de organismos marinos y terrestres. En revistas de divulgación científica se apoyan argumentos inverosímiles, más cercanos a películas de ciencia ficción que a estudios científicos documentados, para reseñar un supuesto "cañonazo" extraterrestre, ocurrido al norte de Yucatán a finales del Cretácico. El último de esos artículos, de Kring y Durda, lo publica *Scientific America Latinoamérica*, en febrero de 2004.

Por nuestra parte, en artículos sucesivos se analizarán aquí eventos de desaparición progresiva de organismos, conservados como fósiles en secuencias sedimentarias de edad Cretácico Superior. Esos hechos se relacionan con principios estratigráficos rigurosos, que justifican el establecimiento del límite geológico antes mencionado, sin la

presencia fantasmiosa de cuerpos extraterrestres impactados en la Tierra, justo al final del Cretácico.

ANTECEDENTES. Las etapas de la Historia Fanerozoica de la Tierra han sido establecidas exclusivamente por métodos bioestratigráficos; representan subdivisiones naturales y objetivas a nivel de eras, períodos y pisos geológicos; son rupturas en la sucesión filogenética de organismos, reconocidas y aceptadas por expertos en estratigrafía desde el siglo antepasado, cuando estudiaron secuencias sedimentarias en diferentes regiones del mundo, incluyendo a México.

Esos métodos sólo hacen referencia a evidencias paleontológicas de origen marino batial. Sus datos se manifiestan como aparición o extinción súbita de organismos, preservados como fósiles en rocas sedimentarias. Su presencia representa eventos evolutivos, constantes e irreversibles de organismos del pasado que, junto con la roca portadora de los fósiles, materializan el tiempo geológico.

La delimitación de etapas consecutivas de la Historia de la Tierra ha sido motivo de discusiones en congresos y revistas especializadas, cuando se aportan nuevos datos paleontológicos al acervo de conocimientos existentes, sobre Estratigrafía mundial o regional.

Sin embargo, ninguno de los nuevos datos presentados constante-

mente por expertos modifica, sustancialmente, la escala geológica y su nomenclatura establecidas desde hace varias decenas de años; sus elementos fundamentales son las eras paleozoica, mesozoica y cenozoica, a su vez subdivididas en períodos y pisos geológicos.

Las discusiones de los especialistas en Paleontología Estratigráfica se centran en proponer el desplazamiento o reafirmar un límite cronoestratigráfico, dentro del orden geológico reconocido, según material inédito aportado en sus estudios. Las escalas para delimitar el tiempo geológico parten, invariablemente, de estudios de secuencias sedimentarias con sus respectivas sucesiones de fósiles; ambas evidencias son repertoriadas geográficamente y publicadas en revistas especializadas.

En las sucesiones potentes o delgadas de rocas o sedimentos se seleccionan ciertos estratos, como elementos de referencia, para conocimiento de la comunidad de especialistas, debido a su accesibilidad y a la capacidad de ilustrar el evento geológico reseñado; se trata de localidades y estratos tipos.

El límite Cretácico-Cenozoico

Las amonitas representan el grupo de cefalópodos fósiles más importante en la estratigrafía del Mesozoico; su corta vida a nivel de



género o especie, su constante evolución —caracterizada por una gran diversidad morfológica—, y su vasta distribución geográfica, los convierten en fósiles ideales, para subdividir las rocas de edad jurásica y cretácica, en forma muy detallada. Su concha, a menudo enrollada simétricamente, es casi similar al actual nautilo, molusco cefalópodo de los mares del sur (Fig. 1).

Las particularidades bioestratigrá-



Fig. 1. Coahuilites basae Cantú, amonita del Maestrichtiano del norte de México. La flecha indica la línea de sutura; es el dibujo formado en la superficie de la concha, por el contacto de los tabiques que separan las cámaras y la superficie externa de la concha. Las formas de suturas muy variadas son agrupadas en familias, señalan etapas evolutivas de las amonitas que caracterizan edades geológicas.

ficas y paleogeográficas de las amonitas permiten establecer correlaciones isócronas de secuencias sedimentarias, a distancias mundiales, hecho reconocido por los especialistas de esas disciplinas desde el Siglo XIX. La desaparición de las amonitas, a finales del Cretácico, ha sido motivo de estudios para explicar ese evento evolutivo terminal, mas no brusco.

Wiedmann (1988) ilustró la extinción de las amonitas en un estudio estratigráfico en el norte de España. El Maestrichtiano, último piso del Cretácico, es subdividido en tres partes, de acuerdo con microfósiles foraminíferos y amonitas, contenidos en los estratos estudiados. La última zona de foraminíferos (*Abathom-*

MAESTRICHTIANO	SUPERIOR	Zona con <i>Abathomphalus mayaroensis</i>	—
			<i>Pachydiscus epiplectus</i>
			<i>Pachydiscus jacquoti</i>
			<i>Pachydiscus llarenai</i>
			<i>Pachydiscus gollevillensis</i>
			<i>Anapachydiscus fressvillensis</i>
	MEDIO	Zona con <i>Pachydiscus neubergicus</i> Zona con <i>Rugotruncana gansseri</i>	
	INFERIOR	Zona con <i>Pseudokossmaticeras tercense</i>	
		Zona con <i>Globotruncana falsostuarti</i>	

Fig. 2. Subdivisión bioestratigráfica del piso Maestrichtiano, según foraminíferos globotruncánidos y amonitas; en la cima de ese piso ya no hay amonitas que lo caractericen (en Wiedmann, 1988).

phalus mayaroensis), de la cima de ese piso, equivale a cinco zonas de amonitas en esa región del mundo

nal, de apenas 10 metros de espesor y correspondiente a ese periodo geológico, el cual fue

(Fig. 2).

Ahí se nota:

- la ausencia de representantes de estos últimos fósiles, justo en la parte superior de ese piso, por haberse extinguido con anterioridad al cierre del Cretácico;
- la continuidad exclusiva de los microfósiles foraminíferos, también de origen marino, en ese último estrato terminal,

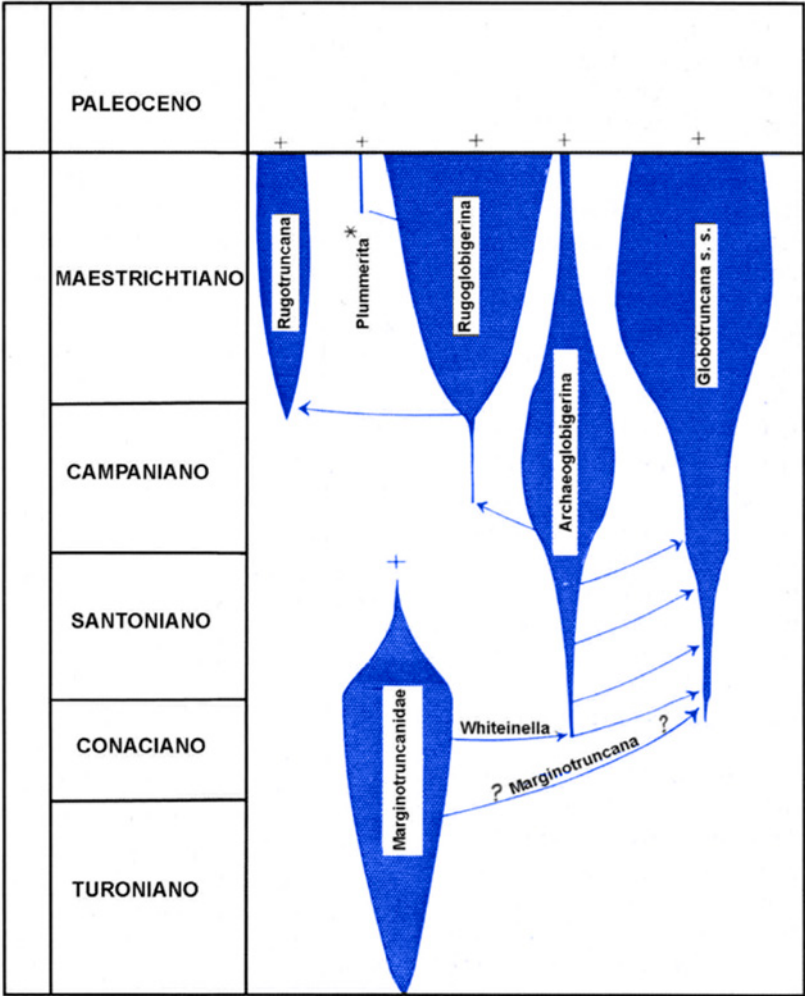


Fig. 3. Relaciones filogenéticas de géneros de globotruncánidos en el Cretácico Superior; todos los géneros se extinguen en el Maestrichtiano (+) (in Pessagno, 1969).

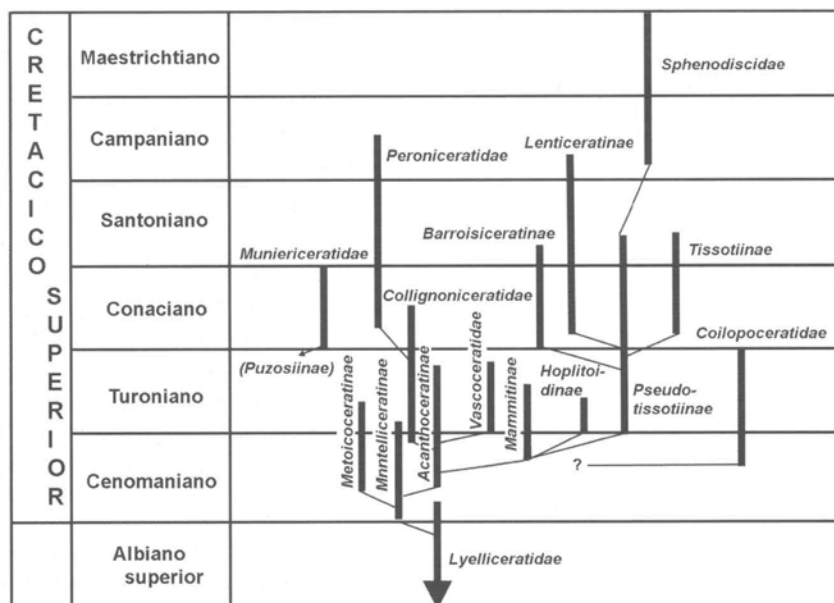


Fig. 4. Las superfamilias y familias de amonitas del Cretácico Superior se extinguen en diferentes niveles, sólo algunas persisten hasta cerca de la cima del Maestrichtiano (in Wright, 1952).

ocupado sólo por esos microorganismos;

- la especificidad y variabilidad bioestratigráfica de las amonitas, superior a los foraminíferos en el piso Maestrichtiano de esa región del mundo.

el Albiano, para terminar al final de Cretácico, con las Superfamilias Hamitaceae y Scaphitaceae, según estudios realizados por Kennedy (1989) y Wright (1952) (Fig. 4).

Un caso más explícito que el ante-

rior, en cuanto a la extinción de organismos, lo proporciona Wiedmann (1988), quien muestra que la declinación de las amonitas es fuerte, representa la última fase de un largo proceso de extinción progresivo a través del Cretácico Superior; la abundancia de géneros de amonitas en el Albiano (Cretácico Inferior), comienza a disminuir en el Cenomaniano, para concluir antes del cierre del Maestrichtiano (Fig. 5).

El mismo autor confrontó la estrecha relación entre la extinción progresiva de amonitas del Cretácico y el proceso global de cambios del nivel del mar, producidos por una acentuada regresión mundial de los mares. Wiedmann (*op. cit.*) infiere que la tasa promedio de sedimentación está en relación con el final de las amonitas, lo que sucedió cerca de 130,000 años antes del límite Cretácico-Cenozoico (Fig. 5).

En la sección estratigráfica de Zumaya, España, Wiedmann (*op. cit.*) observa que las amonitas desaparecen 12 metros antes del cierre del

Abathomphalus y *Globotruncana* representan la culminación de un linaje de foraminíferos del Cretácico Superior, que se extingue en la cima de esta serie geológica, según estudios estratigráficos detallados realizados por Pessagno (1969), en la planicie costera del Golfo de México.

Este autor incluyó material de México en sus estudios, donde mostró que varios géneros de esos microfósiles se extinguieron abruptamente en la cima del Cretácico (Fig. 3).

Lo mismo ocurre con las amonitas quienes, después de ser abundantes en familias y géneros en el Jurásico y Cretácico, van desapareciendo sucesivamente, hasta concluir poco antes de la cima del Maestrichtiano. Los Iyoceratinos, otro grupo de esos organismos, incluyen formas desenrolladas y por lo tanto aberrantes; son organismos que comienzan a extinguirse desde

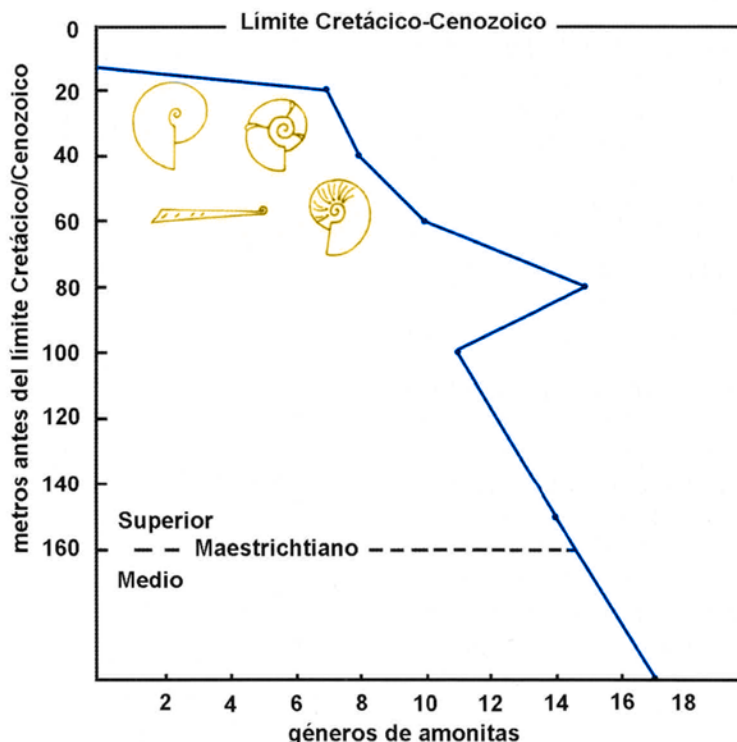


Fig. 5. La extinción de especies de amonitas sucede pocos metros antes de la cima del Cretácico; ese evento es observado en una sección geológica del norte de España (in Wiedmann, 1988).

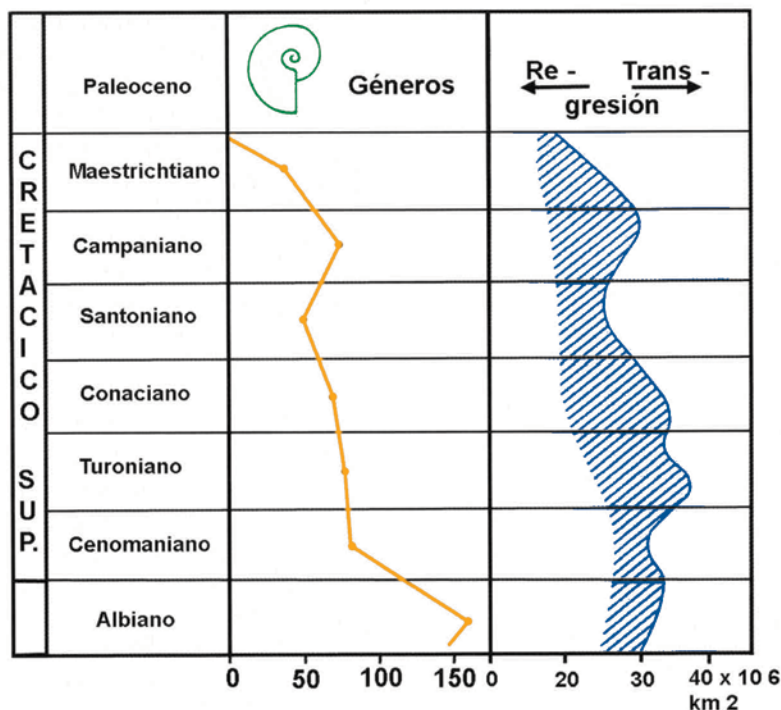


Fig. 6. Relación de extinción de amonitas y etapas regresivas de los mares, en el Cretácico Superior; aquellas desaparecen un poco antes de la cima de ese periodo (in Wiedmann, 1988).

Cretácico; de 17 especies encontradas en la cima del Maestrichtiano inferior, sólo 7 terminan un poco antes de la culminación de ese piso (Fig. 6).

Por lo tanto, la extinción de las amonitas, como la de otros organismos marinos del Mesozoico, ha sido tema de discusión entre los especialistas de aquellos fósiles; generalmente se explica por un agotamiento de su capacidad para renovar su potencial genético, cuya declinación se inicia en la base del Cretácico Superior (Cenomaniano).

El caso de extinción de organismos como las amonitas representa una marca estratigráfica, pero algunos autores como Álvarez *et al.* (1980), lo hacen corresponder con el supuesto "evento del iridio", producido por un hipotético impacto de un cuerpo extraterrestre sobre la Tierra, ocurrido aparentemente en el límite Cretácico-Cenozoico, que más adelante analizaremos.

Sobre la extinción de las amonitas se invocan otras causas:

- influencia de una regresión de los mares en todos los continentes,
- degeneración observada en el tipo de desenrollamiento de la

concha de un grupo de amonitas (heteromorfía),

- gigantismo, como el de otros organismos (rudistas y dinosaurios),
- complicación morfológica de los tabiques que separan las cámaras de la concha; este hecho se manifiesta externamente por una línea de sutura muy recortada, o superficie de contacto de los tabiques con la concha; se observa en amonitas que se extinguieron en el Maestrichtiano (Pachidiscidae) (Fig. 1),
- el caso contrario de simplificación de la misma línea de sutura, tipo pseudoceratitoide, también se presenta en otros grupos de amonitas.

La proliferación de denticulaciones de la línea de sutura no es exclusiva de las amonitas del Cretácico Superior; ese evento se presenta como preámbulo de etapas próximas a su extinción en otros grupos de cefalópodos. Así sucede con sus ancestros, los goniatites del

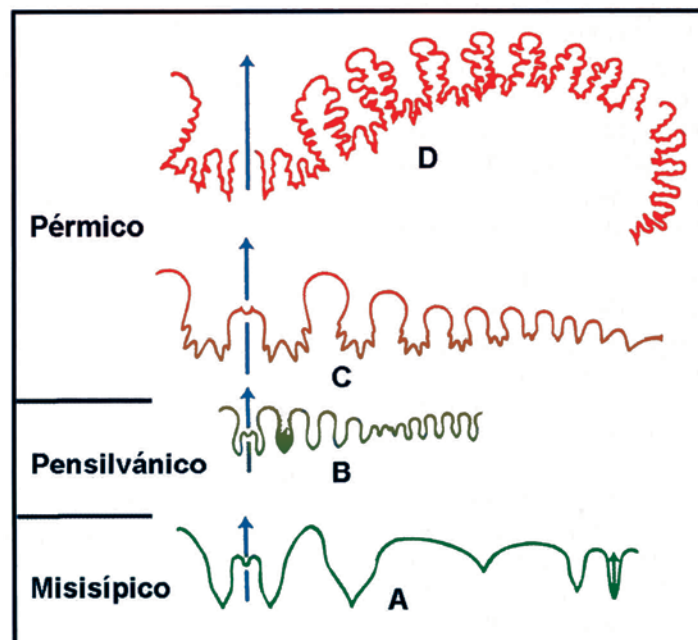


Fig. 7. Proceso degenerativo de la línea de sutura de goniatites del Paleozoico Superior. Las formas simples en el Misisípico (A, Goniaticaceae), evolucionaron a formas complicadas, en cuanto a número de elementos y denticulaciones de los mismos; se presentan en formas del Pensilvánico (B, Adrianitaceae) y Pérmico (C y D, Cyclolobaceae) (en Cantú, 1997).

Carbonífero-Pérmico, quienes pasan de una línea de sutura simple, en el Pensilvánico y Misisípico, a una estructura sutural muy complicada en el Pérmico, último periodo del Paleozoico, donde se extinguen (Fig. 7).

En el caso de las amonitas, fósiles ideales para subdividir el Mesozoico en pisos geológicos, su extinción se ha querido presentar como un caso de muerte súbita, producida por una catástrofe de origen cósmico, ocurrida al final del Cretácico en el antiguo territorio de Yucatan (Chicxulub); lo cual está muy lejos de ser así, toda vez que se pretende simplificar procesos degenerativos, propios de grupos orgánicos.

En los dos últimos pisos del Cretácico, el Campaniano y Maestrichtiano, se observa un declive acentuado de poblaciones de amonitas, en dos provincias biogeo-gráficas marinas en Norteamérica, separadas por una masa continental:

- en el noreste de México y Texas, los sedimentos marinos del Maestrichtiano están representados por dos géneros, *Coahuilites* y *Sphenodiscus*,
- en California, o provincia del Océano Pacífico, se presenta una gran variedad de grupos de amonitas al final del Cretácico: desmocerataceos, con nueve gé-

neros, phyllocerataceos y lytocerataceos, con dos géneros, y ancylo-cerataceos, con tres géneros. Esos grupos de amonitas desaparecen poco antes del cierre del Cretácico, según Matsumoto (1960). (Fig. 8).

Estudios recientes de esos fósiles, a nivel mundial, han modificado ligeramente esas cifras.

CONCLUSIONES.

Muy diezmadas en géneros, las amonitas se extinguen antes de la cima del Cretácico, sus causas son imputables a procesos degenerativos, incapaces de reestablecer su potencial genético y a eventos de ciclos sedimentarios regresivos. En estudios de amonitas y otros moluscos como los inoceramios, se ha señalado que la desaparición total de esos organismos sucede 8 metros antes de la cima del Cretácico, según estudios realizados en el SW de Francia por Marshall y Ward (1996).

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, L. W., Álvarez, W., Asaro, F. y Michel, H. V. 1980. Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction.

Science, Vol. 208, p. 1095-1108.

Cantú Chapa, A. 1997. Los cefaló-

podos del Paleozoico de México.

Geociencias, No. 1, 127 p. 15 láms.

Kennedy, W. J. 1989. Thoughts on the evolution and extinction of Cretaceous ammonites.

Proc. Geol. Assoc. Vol. 100, No. 3, p 251-279.

Kring, D. A. y Durda, D. D. 2004. El episodio de impacto de Chicxulub.

Scientific American Latinoamerica, Vol. 2, No. 19, p. 25-31.

Matsumoto, I. 1960. Upper Cretaceous Ammonites of California, Pt. III.

Mem. Fac. Sc. Kyushu University, Ser. D., Sp. Vol. II, 204 p.

Pessagno, Jr. E. A. 1969. Upper Cretaceous Stratigraphy of the Western Gulf Coast Area of Mexico, Texas, and Arkansas.

Geol. Soc. of Amer., Memoir 11, 139 p. 60 láms.

Wiedmann, J. 1988. Ammonoid Extinction and the "Cretaceous – Tertiary Boundary Event".

In Wiedmann, J. & Kullmann, J. (Eds.). Cephalopods Present and Past, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, p. 117-140.

Wright, C. W. 1952. A classification of the Cretaceous ammonites.

Jour. of Paleontol., Vol. 26, No. 2, p. 213-222.

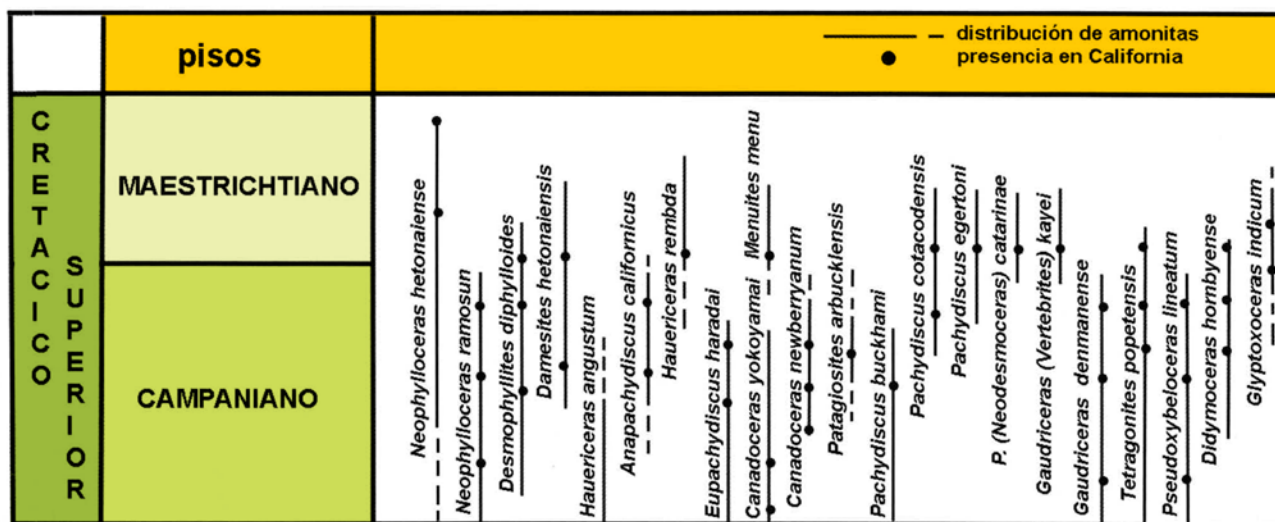


Fig. 8. En el Cretácico Superior de la región de California, USA, hay una gran variedad de géneros de amonitas que se extinguen un poco antes de la cima de ese periodo (en Matsumoto, 1960).



Dr. Abelardo Cantú Chapa
Instituto Politécnico Nacional
Revista: PetroQuimex
Enero-Febrero 2004 pág 32-37

RESUMEN

El presente artículo continúa el análisis del límite Cretácico – Cenozoico, según la sucesión de microfósiles foraminíferos y el supuesto impacto de un cuerpo extraterrestre ocurrido en Yucatán, justo en esa etapa de la historia de la Tierra (Cantú, 2004). Aquí se analiza la metodología bioestratigráfica utilizada para seleccionar correctamente los fósiles, que delimitan etapas cronoestratigráficas a nivel de eras, periodos, pisos geológicos y zonas paleontológicas.

También se confrontan los resultados de tres estudios estratigráficos del límite Cretácico-Terciario, basados en foraminíferos; dos de ellos proceden de material de pozos petroleros (Cerro Azul, Veracruz, y Sonda de Campeche). Uno más se refiere a la denominada zona K29 de esos microfósiles, estudiada en el noreste de México, donde se intercalan restos del supuesto cuerpo extraterrestre, impactado en Yucatán. Este último material caracterizaría el límite mencionado en todo el este del país, según Longoria y Gamper (1995, 2003).

ANTECEDENTES

Las unidades cronoestratigráficas a nivel de pisos, periodos y eras geológicas son definidas, exclusivamente, por rupturas en la sucesión constante e irreversible de fósiles, separadas en unidades denominadas zonas paleontológicas; a su vez, las zonas son agrupadas en pisos,

series, periodos y eras geológicas. La zona paleontológica representa la unidad básica en Bioestratigrafía. Todas aquellas unidades caracterizan etapas cronoestratigráficas, se basan en eventos evolutivos de extinción y aparición subsecuente de organismos, conservados como restos fósiles en sedimentos y rocas, predominantemente de origen marino batial.

Si la zona paleontológica fue seleccionada a horcajadas, entre dos eras geológicas, sin considerar la ausencia o presencia exclusiva de un fósil determinado, en los estratos estudiados, la propuesta bioestratigráfica producirá controversias, por haber sido establecida incorrectamente.

Ese es el caso de la denominada zona K29 de foraminíferos planctónicos, que caracterizaría el límite Cretácico-Terciario en una localidad indefinida del noreste de México. En la sucesión de microfósiles de esa unidad estratigráfica han sido intercalados, extrañamente, restos de un posible cuerpo extraterrestre impactado en Chicxulub, Yucatán, a 1100 km de la localidad noreste de México. Esa unidad propuesta por Gamper (1993) y ratificada por Longoria y Gamper (1995, 2003), justificaría el mítico impacto de un descomunal bólido en Yucatán.

La zonificación del límite Cretácico-Terciario propuesta por Gamper (1993), es teórica; está basada en foraminíferos planctónicos cuyas

descripciones e ilustraciones no han sido proporcionadas, para ser verificadas como evidencias bioestratigráficas. Los foraminíferos son fósiles microscópicos y abundantes en géneros y especies; en estudios de Bioestratigrafía se requiere documentarlos con listas, descripciones e ilustraciones a nivel de especie o género, como material de referencia científica mundial (Fig. 1).



Fig. 1. Fotografía y dibujo de microfósiles foraminíferos de la cima del Cretácico. A) *Globotruncana* sp., B) *Abathomphalus mayaroensis*. Escala gráfica incluida.

La zona K29 estaría presente, aparentemente, en otras localidades de la planicie costera del Golfo de México, sin precisar geográficamente, las localidades señaladas por Longoria y Gamper (2003).

Gamper (1993) no proporcionó el sitio donde obtuvo el material analizado, ni la lista de los microfósiles con sus respectivas descripciones, ilustraciones y distribución estratigráfica, para caracterizar sus zonas paleontológicas; para soportar su propuesta bioestratigráfica se requieren evidencias de las secuencias estudiadas por ella. Por lo mismo, no hay forma de verificar los re-

sultados de ese estudio en campo y en laboratorio.

La propuesta teórica mencionada, sobre el límite Cretácico-Terciario en México, ha sido relacionada con la teoría de Álvarez et al. (1980), sobre el impacto de un cuerpo extraterrestre ocurrido justamente en ese límite geológico; Longoria y Gamper (1995, 2003) la localizan en Chicxulub, Yucatán.

METODOLOGÍA BIOESTRATIGRÁFICA PARA ESTABLECER EL LÍMITE CRETÁCICO- PALEOCENO

Para analizar estudios bioestratigráficos aquí se muestran dos casos sobre el límite Cretácico-Cenozoico en pozos petroleros de Cerro Azul, Veracruz, y de la Sonda de Campeche, en el este y sureste de México, respectivamente (Cantú-Chapa, 1985, 2001a, b).

En ellos se muestra la metodología bioestratigráfica utilizada para subdividir y datar estratos correspondientes a la etapa geológica indicada, según la ubicación exacta de los fósiles en sedimentos y rocas cortados por la barrena de perforación. Esta metodología se confronta con la propuesta bioestratigráfica del límite mencionado, según Longoria y Gamper (1995, 2003).

Estos últimos autores han utilizado su propuesta bioestratigráfica para justificar:

- la extinción de ciertos microfósiles foraminíferos, justo en el límite Cretácico-Cenozoico, y su relación con material intercalado en la secuencia, como producto de la dispersión de restos de un supuesto cuerpo extraterrestre impactado en Yucatán.
- la sustitución de esos organismos por otros grupos, en estratos suprayacentes al límite mencionado, serían ocasionados, 1)

por cambios ocurridos en el tipo de sus testa y 2) por la disminución del tamaño de los fósiles de estratos superiores al límite mencionado; esto último como producto del estrés causado por el impacto del posible cuerpo extraterrestre en aguas oceánicas del norte de Yucatán.

- la utilización de supuestos elementos sedimentarios, expelidos por el impacto del cuerpo extraterrestre, e intercalados en la zona paleontológica K29, como máxima evidencia para establecer el límite Cretácico-Cenozoico.

EL LÍMITE CRETÁCICO-CENOZOICO EN CERRO AZUL, VERACRUZ, ESTE DE MÉXICO

Este evento cronoestratigráfico se documentó con foraminíferos y registros geofísicos, en pozos petroleros de Cerro Azul, Veracruz (Cantú-Chapa, 1985, 2001a).

Los registros geofísicos de tres pozos no permiten caracterizar satisfactoriamente, el contacto de las formaciones Méndez y Velasco, unidades sedimentarias limítrofes al Cretácico (Maestrichtiano) - Paleoceno; la litología en ambas for-

maciones es casi similar, como se observa en la gráfica plana de rayos gama (Fig. 2).

Para configurar la sección estratigráfica no se contó con el registro radioactivo del pozo Tenexcuila 1-B, correspondiente al nivel del contacto de esas formaciones; en cambio, se tienen muestras de sus núcleos 4 a 6, cuyos microfósiles fueron determinados por Lourdes Omaña (Cantú, 1985).

Por la importancia de los microfósiles, estos núcleos fueron ubicados de acuerdo con la posición estratigráfica relativa, que conservan con los dos pozos vecinos, Canoas 101-A y Postectitla 1-A, en la sección estratigráfica (Fig. 2).

Dos grupos de foraminíferos están presentes en los núcleos de esos pozos, que caracterizan el Maestrichtiano y el Paleoceno Inferior:

- El primero está formado por *Globotruncana stuarti*, *G. stuartiformis*, *G. lapparenti* y *G. fornicata*, más los géneros *Pseudogumbelina*, *Pseudotextularia* y *Heterohelix*, todos ellos fueron obtenidos de la parte inferior del núcleo 4, del pozo

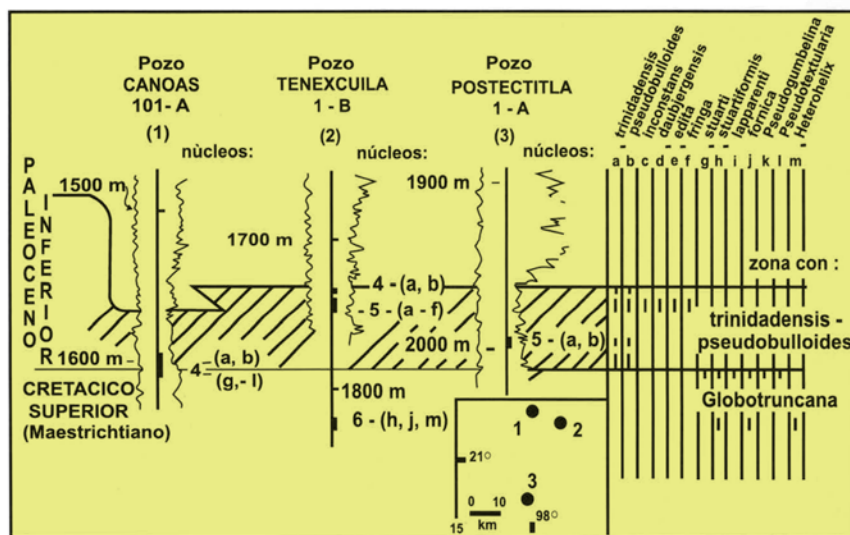


Fig. 2. El límite Cretácico-Paleoceno en pozos petroleros de Cerro Azul, Veracruz. Según sección estratigráfica configurada con registros geofísicos de pozos y muestras de núcleos con foraminíferos (*Globotruncanoides* y *Globigerinoides*). Obsérvese la distribución específica de esos microfósiles en formaciones casi similares, situadas en el límite Cretácico-Paleoceno (Cantú Chapa, 1985 y 2001a).



Canoas 101-A, donde caracterizan el Maestrichtiano, o cima del Cretácico.

El núcleo 6 del pozo Tenexcuila 1-B proporcionó los foraminíferos *G. stuartiformis*, *G. fornicata* y *Heterohelix*; los cuales, al extrapolarlos con los del pozo Canoas 101-A, cubren un horizonte aproximado de 40 metros; también corresponden al Maestrichtiano. Su distribución estratigráfica se muestra a la izquierda de la figura 2, ahí representan la zona con Globotruncana.

- El segundo grupo de foraminíferos lo forman *Parvularugoglobigerina trinidadensis* y *Pa. pseudobulloides*, que caracterizan el Paleoceno Inferior, o base del Cenozoico, como es definido por Berggren et al. (1995); esos microfósiles cubren un horizonte aproximado de 80 metros, en los tres pozos estudiados. Las dos especies denominan la zona *trinidadensis-pseudobulloides*, por estar siempre juntas en las mismas muestras (Fig. 2).

Esta última zona puede a su vez ser subdividida en dos subzonas, según la distribución de sus foraminíferos:

- la inferior sólo contiene las especies *trinidadensis* y *pseudobulloides*, y
- la superior posee además *G. inconstans*, *G. daubergensis*, *G. edita* y *G. fringa*.

En este caso estratigráfico se observa la transición del Cretácico al Paleoceno, definido exclusivamente por dos grupos de microfósiles muy bien delimitados en los horizontes correspondientes a esas edades, según la sección estratigráfica de pozos de Cerro Azul (Fig. 2).

El registro geofísico de los tres pozos muestra la gráfica de rayos gama plana, no se altera al pasar de los sedimentos del Cenozoico a los del Cretácico; sólo los microfósiles cambian, justo en el límite de esas dos unidades

formacionales (Fig. 2).

CAMPECHE, SURESTE DE MÉXICO. Con registros radioactivos y microfósiles foraminíferos se configuró la sección estratigráfica de los pozos Tunich 1, Kutz 1 y Cantarell 2239 en la Sonda de Campeche. El cambio brusco de la litología es muy característico, en las formaciones del límite Cretácico (Maestrichtiano) - Paleoceno Inferior. La gráfica de rayos gama está desplazada a la derecha y caracteriza la lutita rojiza a café claro del estrato superior al horizonte de correlación. Ese cuerpo, de aproximadamente 30 a 60 metros de espesor, corresponde a la Formación Abkatun del Paleoceno Inferior, el cual está a una profundidad promedio de 3325 m en su localidad tipo en el pozo Abkatun 5 (Cantú-Chapa et al., 2001b) (Fig. 3).

Los foraminíferos estudiados en la Formación Abkatun son *Parvularugoglobigerina trinidadensis*, *Pa.*

pseudobulloides, *P. eugebina* y *P. fringa*, que caracterizan el Paleoceno Inferior en los pozos Pich 1, Kinil 1 y Abkatun 5 (Cantú-Chapa et al., 2001) (Fig. 3).

En el estrato inferior a la Formación Abkatun, la gráfica (o "curva") de rayos gama se desplaza bruscamente a la izquierda, donde permanece en un horizonte de espesor variable, de 260 m hasta desaparecer hacia la costa. Esa gráfica caracteriza a la Formación Cantarell y corresponde a una unidad litológica donde predomina una brecha, de edad Maestrichtiano-Campanian, según los microfósiles siguientes: *Abathomphalus mayaroensis*, *Globotruncana elevata*, *G. arca*, *G. calcarata*, *G. conica*, *G. contusa*, *G. camapanianarca*, *G. havanensis*, *G. lapparenti*, *G. leupoldi*, *G. linneiana*, *G. stuartiformis*, *Rugoglobigerina cf. R. rugosa*, *Heterohelix globulosa*, *Rugoglobigerina scotti*, *Sulcoperculina globosa*. Todas esas especies de foraminíferos fueron estudiadas en los pozos Cantarell 2239, Pol

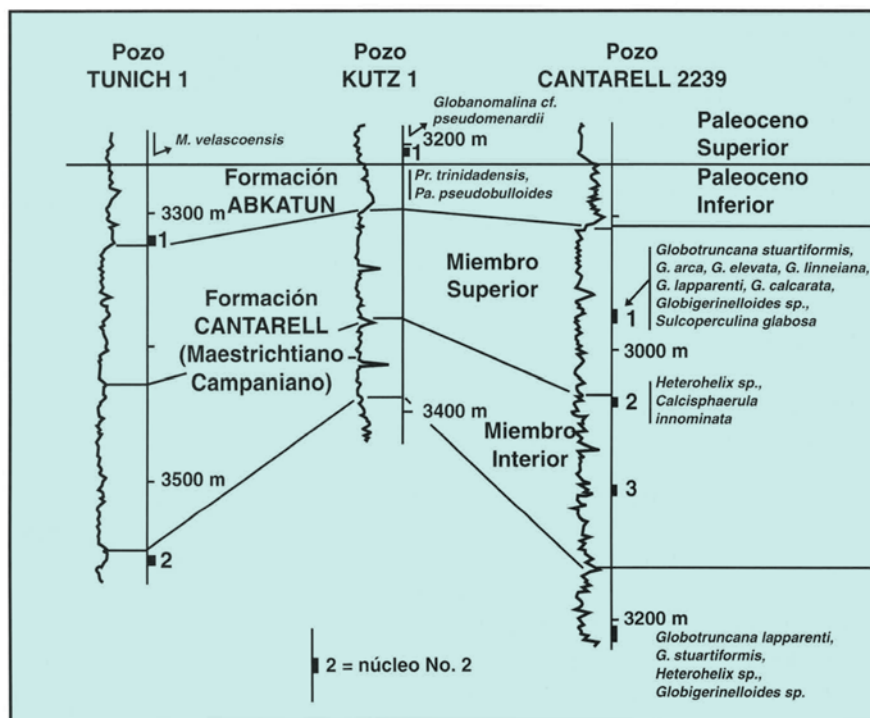


Fig. 3. El límite Cretácico-Paleoceno en pozos petroleros de la Sonda de Campeche, sur del Golfo de México. Según sección estratigráfica configurada con registros geofísicos de pozos y muestras de núcleos con foraminíferos (Globotruncanidos y Globigerinidos). Obsérvese la distribución específica de esos microfósiles en las formaciones litológicamente diferentes, localizadas en el límite Cretácico-Paleoceno (Cantú Chapa et al., 2001b).

1, Pich 1, Mucuy 1, Kinil 1, de la Sonda de Campeche (Cantú Chapa et al., 2001b).

EL LÍMITE CRETÁCICO - CENOZOICO EN EL ESTE DE MÉXICO. Según Gamper y Longoria (1995 y 2003).

Gamper (1977) ha seguido su misma metodología bioestratigráfica teórica para elaborar propuestas bioestratigráficas posteriores; aquella representa un serio peligro de información documentalista, que afecta a jóvenes micropaleontólogos cuando realizan estudios bioestratigráficos con implicaciones en geología petrolera nacional, por no estar preparados para detectar trampas dogmáticas, sobre propuestas bioestratigráficas hipotéticas, sin posibilidad de establecer verificaciones de campo.

El caso de la zona K29, propuesta para delimitar dos eras geológicas, Mesozoico-Cenozoico, amerita ser analizada. Se desconocen las razones para ubicar una misma unidad zonal, justo en el límite geológico mencionado. También se ignoran los microfósiles y las secciones geológicas comparativas, utilizados para soportar tal propuesta zonal (Gamper, 1977, 1993; Longoria y Gamper, 1993, 2003).

Se trata de una zona bioestratigráfica impráctica, sin relación con el límite Cretácico (Maestrichtiano)-Cenozoico (Paleoceno) que se quiere subrayar. Ese evento geológico, basado en sucesiones de microfósiles, es asociado con productos mineralógicos, producidos por el supuesto impacto de un meteorito ocurrido en Chicxulub, Yucatán. Este último evento estaría alejado 1200 km del sitio de los microfósiles estudios por los autores mencionados, en el noreste de México. Con tal propuesta, tácitamente se está señalando que el mencionado meteorito cayó en mar y por lo mismo afectó mundialmente, a los organismos que vivían en ese medio.

Se desconocen las razones para:

- ubicar una misma unidad zonal (K29), justo en el límite de las dos eras geológicas mencionadas,
- agrupar foraminíferos de diferente y marcada morfología en la misma unidad zonal,
- no proporcionar los elementos bioestratigráficos distintivos y las secciones geológicas complementarias, que soporten la propuesta zonal de Gamper (1977 y 1993), y Longoria y Gamper (1995, 2003),
- incluir elementos mineralógicos depositados en la sección estudiada, como productos de un supuesto meteorito que se impactó en el mar de esa época geológica.

Aquí consideramos que sólo la extinción del foraminífero *Abatophalus mayaroensis* y formas seme-

jantes, representa el final del linaje de los globotruncánidos, como lo propuso Pessagno (1969), para señalar la cima del Cretácico. Se trata de una observación bioestratigráfica que ha sido tomada en cuenta por micropaleontólogos de varias regiones del mundo (cf. Schonfeld y Burnett, 1991).

Longoria y Gamper (1995, 2003) dicen haber estudiado una sección estratigráfica de aproximadamente 4.15 m, localizada en la cuenca de Burgos (Tamaulipas). En ella encontraron una sucesión de foraminíferos compuesta por 4 unidades, según la relación siguiente, de abajo hacia arriba (Fig. 4):

1. Unidad con mayaroensis de 1.50 m. de espesor, donde supuestamente se encontraron 50 especies de foraminíferos; no se proporcionó lista de especies o géneros, ni ilustraciones y descripciones. En términos bioestratigráficos internacionales, esa re-

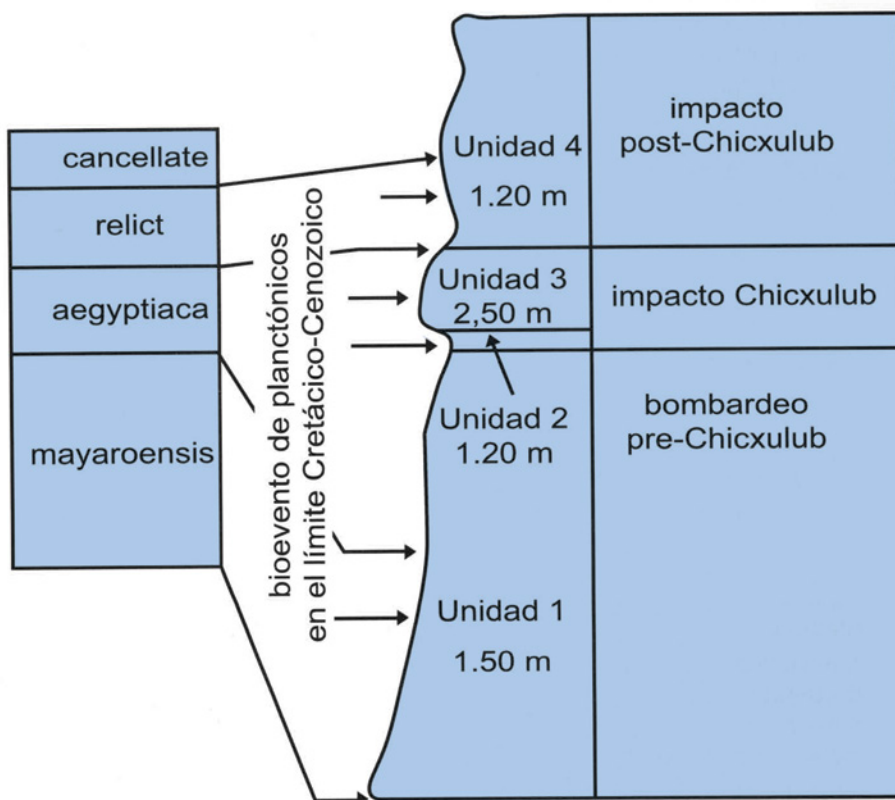


Fig. 4. El límite Cretácico-Paleoceno en una sección estratigráfica en la Cuenca de Burgos, según Longoria y Gamper (1995 y 2003). Compárese los delgados espesores de las unidades bioestratigráficas y la supuesta intercalación de material de origen extraterrestre, producido por el impacto de un supuesto cuerpo en Yucatán, a 1100 kms del área de estudio en el noreste de México.

ferencia carece de valor científico para caracterizar esa zona.

2. Unidad con aegyptiaca, de 3.70 m, es subdividida a su vez en dos cuerpos; el superior de 1.50 m contendría las evidencias mineralógicas del supuesto impacto del cuerpo extraterrestre ocurrido en Yucatán, y observadas en la sección de Burgos, Tamaulipas.

Longoria y Gamper (op. cit.) dicen haber encontrado muchas especies de foraminíferos hedbergelaceos, pero no proporcionan nombres a nivel de género ni de especie.

Como en el caso de la zona con mayaroensis, la zona con aegyptiaca no representa una evidencia bioestratigráfica confiable, no obstante señalar que ha sido observada en localidades del sur de México, lo cual no agrega valor científico a tal información.

3. Unidad sin denominación bioestratigráfica, de sólo 30 cm, es descrita como fauna relict o residual. Tácitamente los autores mencionados confiesan desconocer la posición sistemática de los supuestos microfósiles, a los cuales también denominan incerta sedis, lo cual subraya una duda metodológica.

Longoria y Gamper (op. cit.) sólo mencionan la morfología de los microfósiles y sus tamaños microscópicos, e infieren que pertenecen a la Superfamilia *Hedbergellacea*, según la textura de la testa y las estructuras umbilicales; todo eso representa observaciones vagas, sin rigor científico. Para los autores mencionados, ese grupo de formas más pequeñas que las anteriores representaría aún el Cretácico, que estaría asociado con abundantes globigerineloides y heterohelicoides, en la unidad estudiada. Ninguno de esos microfósiles indeterminados muestra elementos morfológicos que lo caractericen y sirvan para hacer propuestas bioestratigráficas.

Como en los dos casos anteriores, Longoria y Gamper (op. cit.) no proporcionan nombres de especies ni ilustraciones del material analizado. Lo anterior no representa una evidencia científica para explicar el límite Cretácico Maestrichtiano - Paleoceno en México.

Longoria y Gamper (1995) muestran, teóricamente, que la cima del Cretácico concluye con la zona con eugebina, en la localidad de Río Salado, donde sólo proporcionaron las coordenadas, sin ilustrar esa localidad. Esa propuesta estratigráfica la hacen extensiva a toda la planicie costera del Golfo de México, sin proporcionar las evidencias de campo para generalizar, a nivel nacional, un caso estratigráfico de esa magnitud geográfica, como es el límite Cretácico-Cenozoico.

Sólo en la sección geológica del arroyo El Mimbrial, en Tamaulipas, Longoria y Grajales (1993) mostraron la relación bioestratigráfica confusa de foraminíferos planctónicos, para delimitar el Cretácico del Cenozoico. *G. eugebina* aparecería hasta el afloramiento EM29A, de la Formación Velasco, del Daniano y por lo tanto del Cenozoico.

El grupo de especies de globigerinas pequeñas señalaría la base de la Formación Velasco, pero de la cima del Maestrichtiano (Longoria y Grajales, op. cit.). En cambio, la desaparición abrupta de las globotruncanas, en la cima de la Formación Mendez, no es tomada como referencia bioestratigráfica para delimitar el Cretácico del Cenozoico.

CONCLUSIONES

La propuesta de intercalación de restos del impacto del meteorito de Chicxulub, en la sucesión de microfósiles observada en una localidad del noreste de México, según Longoria y Gamper (1995, 2003), no proporciona evidencias convincentes de que ese supuesto evento haya ocurrido en Yucatán, cuyos produc-

tos del impacto se hayan sedimentado en diferentes regiones del territorio nacional. Se trata de una propuesta sin bases científicas.

Tampoco hay elementos estratigráficos confiables para señalar que ese supuesto estrato, aparentemente reconocido en el noreste de México, es resultado del impacto del cuerpo extraterrestre ocurrido justo en el límite mencionado, a 1100 km del sitio estudiado por esos autores.

Sólo en la documentación de secuencias sedimentarias, microfósiles y registros geofísicos puede mostrarse las marcadas diferencias entre ellos, como fue observado en pozos petroleros del este y sureste de México. Esos elementos estratigráficos sirven para diferenciar rocas del límite Cretácico-Cenozoico.

REFERENCIAS

- Álvarez, L. W., Álvarez, W., Asaro, F. y Michel, H. V., 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous - Tertiary extinction. *Science*, vol. 208, p 1095 - 1108.
- Berggren, W. A., et al. 1995. Revised Cenozoic Geochronology and Chronostratigraphy. In *Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*, SEPM Special Publication No. 54, p 129-212.
- Cantú Chapa, A. 1985. Is there a Chicotepec Paleocanyon in the Paleogene of Eastern Mexico? *Journal of Petroleum Geology*, Vol. 8, No. 4, p 423-434.
- Cantú Chapa, A. 2001a. Paleocanyons in the Subsurface of Eastern Mexico: Facts and Uncertainties. In Bartolini, C., Buffler, T. y Cantú Chapa, A. eds. *The western Gulf of Mexico Basin: Tectonics sedimentary basins, and petroleum systems*. AAPG Memoir 75, p 421-430.
- Cantú Chapa, A. y Landeros Flores, R. 2001b. The Cretaceous-Paleocene Boundary in the Subsurface Campeche Shelf, Southern Gulf of Mexico. In Bartolini, C., Buffler, T. y Cantú Chapa, A. eds. *The western Gulf of Mexico Basin: Tectonics sedimentary basins,*

and petroleum systems. AAPG Memoir 75, p 389-395.

Cantú Chapa, A. 2004. El límite Cretácico-Cenozoico y su relación con un posible impacto de un cuerpo extraterrestre en Yucatán

Revista *Petroquímex*, enero- febrero, p. 20-24.

Gamper, M. A. 1977. Acerca del límite Cretácico-Terciario en México.

Revista *Instituto Geológico*, UNAM, Vol. 1, No. 1, p. 23-27.

Gamper, M. A. 1993. A standard biochronologic framework of the K/T Boundary interval of the Gulf Coast of Mexico.

Revista *Sociedad Mexicana de Paleontología*, Vol. 6, No. 2, p. 15-21.

Grandstein, F. M., et al. 1995. Triassic, Jurassic and Cretaceous Scale. In *Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*, SEPM Special Publication No. 54, p. 96-126.

Longoria, F. y Gamper, M. A. 1993. The Cretaceous/Tertiary Boundary: An account based on Physical Stratigraphy, Chronostratigraphy, and Planktonic Foraminiferal Biochronology.

Revista *Sociedad Mexicana de Paleontología*, Vol. 6, No. 2, p 3-14.

Longoria, F. y Gamper, M. A. 1993. La sucesión de foraminíferos y la estructura de Chicxulub: una prueba de la teoría de Álvarez sobre el impacto extraterrestre en el límite Cretácico-Terciario.

Gaceta Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. 2, No. 8, 3 p.

Longoria, F. y Gamper, M. A. 1995. Planktonic foraminiferal faunas across the K/T succession of Mexico. Implications for the K/T boundary problem.

Geology, vol. 23, p. 329-332.

Longoria, F. y Gamper, M. A. 2003. The small globigerinas fauna: a clue in the evolution of planktic foraminifera across the K/T boundary.

In Agustín Ayala-Castañares, universitario, impulsor de la investigación científica (L. A. Soto, Ed.). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, p. 283-302.

Longoria, F. y Grajales, N. J. M. 1993. The Cretaceous/Tertiary event in Mexico. Field trip guide to selected K/T boundary localities in Tamaulipas and Nuevo León, northeast Mexico.

In The Cretaceous/Tertiary event in Mexico. Revista *Sociedad Mexicana de Paleontología*, Vol. 6, p. 73-85.

Schonfeld, J. y Burnett, J. 1991. Biostratigraphical correlation of the Campanian-Maastrichtian boundary: Lagerdorf-Hemmoor (northwestern Germany). DSDP sites 548 A, 549, and 551 (eastern North Atlantic) with palaeobiogeographical and palaeoceanographical implications.

Geological Magazine, Vol. 128, No. 5, p. 479-503.



Dr. Abelardo Cantú Chapa
Instituto Politécnico Nacional
Págs. 16-20
Revista: PetroQuímex
Mayo-Junio 2004

RESUMEN

La extinción de ciertos invertebrados de origen marino caracteriza el final del Cretácico; unos no dejaron descendencia, sólo pocos micro-organismos evolucionaron a formas simplificadas, que determinan el inicio del Cenozoico. Los grupos de microfósiles, distribuidos en la cima del Cretácico y base del Cenozoico, están presentes en toda la región costera del Golfo de México y en material obtenido de perforaciones petroleras (Cantú. 2004a, b).

Los pozos petroleros perforados al norte de Yucatán fueron estudiados por geólogos nacionales y extranjeros, para establecer la sucesión de estratos cortados por la barrena de perforación y definir posibilidades petrolíferas, que a la postre resultaron nulas; los microfósiles encontrados en ellos determinaron la edad de las capas limítrofes del Cretácico-Cenozoico.

Estos datos científicos, publicados en revistas internacionales, son ignorados por partidarios de teorías catastrofistas, para justificar el hipotético impacto de un posible meteorito ocurrido al norte de Yucatán, aparentemente en el límite Mesozoico-Cenozoico. Aquí se muestran resultados del estudio de algunos pozos petroleros de esa región de México, que descartan toda relación con el evento extraterrestre antes mencionado.

Evidencias del fin del cretácico según estudios de pozos petroleros en Yucatán

ANTECEDENTES

Cuando los investigadores norteamericanos Álvarez estudiaron el límite Cretácico – Cenozoico en Gubbio, Italia, se preguntaron si tal marca estratigráfica era el producto de un evento extraterrestre, debido a la presencia de iridio, elemento químico aparentemente extraño a este planeta, localizado en las capas limítrofes a esa etapa de la Historia de la Tierra. Ese dato estratigráfico, reconocido sólo con fósiles, correspondería al límite Mesozoico-Cenozoico (Álvarez *et al.*, 1980).

La tentadora propuesta sobre la influencia de un posible cuerpo extraterrestre impactado en la superficie de la Tierra, permitía explicar, simultáneamente, la "súbita" extinción de ciertos grupos de invertebrados y vertebrados, tanto marinos como terrestres, al final del Cretácico.

Esta propuesta forzada de relación impacto meteorítico - extinción "masiva" de organismos, ha provocado controversias entre diferentes grupos de estudiosos de Ciencias de la Tierra, donde predominan los argumentos catastrofistas.

Como se vió en el artículo anterior (Cantú Chapa 2004a), los fósiles amonitas no desaparecieron bruscamente al final del Cretácico; su extinción progresiva duró varios millones de años y no coincidió con el cierre de ese periodo, por haber sucumbido antes.

Para la explicación y justificación de

un cuerpo extraterrestre impactado en la Tierra, causa probable de la súbita extinción "masiva" de organismos marinos y terrestres, sólo faltaba localizar el sitio que atestiguará la megamarca de tal impacto tectónico, para subrayar ese evento geológico; aquel fue ubicado en el extremo norte de Yucatán, en una estructura crateriforme denominada Chicxulub, con un diámetro aproximado de más de 200 km, y reconocida por métodos geofísicos (Hildebrand *et al.*, 1991; Marin *et al.*, 1992; Pope *et al.*, 1991) (Fig.1, x).

Antes de emitir la hipótesis del impacto del cuerpo extraterrestre ocurrido en Yucatán, Petróleos Mexicanos perforó algunos pozos con fines petroleros y resultados infructuosos en los años 60s, justo en el área de lo que más tarde sería considerado como el posible sitio de tal evento extraterrestre.

El material extraído de aquellas perforaciones fue analizado petrográfica, paleontológica y bioestratigráficamente; sus resultados fueron publicados más tarde por geólogos nacionales y norteamericanos que contradicen tal evento extraterrestre (López Ramos, 1973, 1975; Officer *et al.*, 1992; Meyerhoff *et al.*, 1994; Viniegra, 1971).

Con la propuesta del hipotético impacto meteorítico sobre Yucatán se ha generado una serie de artículos y reuniones de científicos, así como divulgadores de la ciencia, para tratar de probar ese discutido evento. Los estudios geológicos serios, que

- ¿Ese meteorito afectó la atmósfera y los nichos ecológicos de esa época y cómo se explica esa respuesta, con la respectiva recuperación de los mismos sitios ecológicos?
- ¿Ese cuerpo extraterrestre, por sus descomunales dimensiones, eliminó súbitamente a un grupo de especies de dinosaurios e invertebrados (amonitas, rudistas y ciertos grupos de foraminíferos), o algunos de estos organismos declinaron progresivamente y fueron remplazados por otros, como los foraminíferos, los cuales continuaron viviendo en las mismos medios marinos?

No obstante haber analizado anteriormente el caso de la extinción progresiva de las amonitas (Cantú-Chapa, 2004a), cabría preguntarse cómo fueron afectados esos moluscos, hasta su desaparición total, a causa de un supuesto meteorito impactado en Yucatán; esos organismos vivían en los mares de regiones tan alejadas como Japón, Madagascar, Europa, Norte de África e inclusive California. Esta última localidad ya estaba separada en ese entonces por una masa continental, conformada por el ancestral territorio nacional.

Las preguntas anteriores quedan ahí, para quienes pregonan el impacto de un meteorito ocurrido en el límite Cretácico-Cenozoico en Yucatán. A ese respecto, se recuerda que el pozo Chicxulub perforó una secuencia del Cenozoico y más de 350 m de sedimentos del Cretácico Superior, éstos últimos fueron reconocidos por foraminíferos globotuncánidos (Meyerhoff *et al.*, 1994; Officer *et al.*, 1992). Sin embargo, esos datos bioestratigráficos son desconocidos por investigadores no especializados en esas disciplinas, lo cual no representa un argumento serio, para rebatir una controversia científica.

Asimismo, los pozos Yucatán 1 y 4 cortaron una potente secuencia de

edad Paleoceno y Cretácico (Viniegra, 1971) (Fig. 1). Esas secuencias muestran una sedimentación marina ininterrumpida desde el final del Cretácico hasta el inicio del Cenozoico (Paleoceno).

El estudio de la sedimentación marina del Cretácico Superior-Paleoceno, en el área del posible impacto y en pozos vecinos, ya fue realizado; en cambio, emprender estudios sedimentológicos para explicar consecuencias de ese posible evento extraterrestre, en áreas alejadas, a más de 1200 km de aquel sitio, resulta ocioso (Longoria *et al.*, 2003).

La presencia de rocas carbonatadas calcareníticas, argumento esgrimido recientemente, justificaría el efecto marino de un impacto extraterrestre en el límite Cretácico-Cenozoico (Longoria *et al.*, 1995, 2003). Ese tipo de rocas es frecuente encontrarlas en el Jurásico y Cretácico de México, cuyo origen obedece a condiciones sedimentológicas particulares; son además importantes rocas productoras de hidrocarburos (Cantú Chapa, 1992, 2001).

Impactos de cuerpos extraterrestres ha habido en nuestro planeta, en casos excepcionales han dejado improntas sobre su superficie. Asimismo, la presencia de iridio y tactitas (supuestos materiales de impacto) en la columna sedimentaria, no es exclusiva del límite Cretácico-Cenozoico, ese tipo de material se ha encontrado inclusive en series marinas más antiguas a ese límite, desde el Paleozoico hasta el Mioceno (Poupeau, 1985).

LA ESTRUCTURA CHICXULUB: UNA SECUENCIA VOLCÁNICA DE EDAD CRETÁCICO SUPERIOR, según Meyerhoff, et al. (1994)

Por considerarlo de importancia aquí se toman algunas de las propuestas significativas sobre el caso que

nos ocupa, del artículo de Meyerhoff, *et al.* (1994), a fin de:

- esclarecer el mito del impacto de un meteorito en Chicxulub, Yucatán; y
- divulgar ese artículo, poco conocido en discusiones sobre el tema que nos ocupa.

Del artículo mencionado se toman dos casos de estudio con posteriores reinterpretaciones de resultados:

- Una capa de cantos rodados, en el oeste de Cuba, fue interpretada como producto representativo de una capa de restos del impacto (Bohor *et al.*, 1990). Estudios subsecuentes demostraron que los cantos rodados son el producto original de una erosión local y representativos de un proceso de exfoliación (Iturralde Vinent, 1992).
- c) Material extraído de los pozos 536 y 540, perforados en el Golfo de México, fueron considerados como depósitos de tipo tsunami, originados por un impacto extraterrestre (Álvarez, *et al.*, 1992). Estudios posteriores mostraron que hay un hiato en el nivel K-T, localizado en esos pozos, así como una capa de 3 m de espesor de origen volcánico-clástico, en el pozo 540 (Keller *et al.*, 1993), de acuerdo con la descripción original dada a esas capas por Buffler *et al.*, 1984.

Un dato más a considerar, del artículo de Meyerhoff *et al.* (*op. cit.*) es el pozo Yucatán 6, perforado en 1966, en el centro de la estructura Chicxulub (López Ramos, 1973, 1975; Officer *et al.*, 1992). Ese pozo cortó una secuencia normal del Plioceno al Paleoceno, y más de 350 m de sedimentos del Cretácico Superior, estos últimos contenían microfósiles foraminíferos de edad Maestrichtiano, suprayaciendo a otros del Campaniano Medio, y a su vez descansando sobre una secuencia predominantemente volcánica.

La figura 2 muestra la secuencia

volcánico-sedimentaria del Cretácico del pozo Yucatán 6, según Meyerhoff *et al.* (1994). La capa de bentonita indicaría un etapa de erosión de un medio volcánico submarino; la secuencia muestra al menos 6 eventos volcánicos mayores, correspondientes a las unidades O, L-K, I-H, G-F, E-D, y B. Su análisis es como sigue:

- En las areniscas de la unidad C hay también 3 unidades de bentonita intercaladas.
- Los estratos fósilíferos del Cretácico Superior suprayacen y están intercalados en la secuencia volcánica.
- La profundidad final del pozo cortó anhidrita del Cretácico.
- Las rocas volcánicas de Chicxulub forman parte de la conocida provincia ígnea del Cretácico Superior que rodea al Golfo de México (Moody, 1949; Byerly, 1991).
- Las muestras cortadas en los intervalos andesíticos corresponden a los núcleos 14 al 22.
- Los núcleos 14 y 15 son brechas bentoníticas de composición andesítica o basáltica.
- Los núcleos 16 al 20 son andesita basáltica o basalto andesítico.
- El núcleo 21 es una intercalación de caliza con microfósiles, brecha volcánica y andesita.
- EL núcleo 22 es principalmente anhidrita y caliza del Turoniano.

Según Melosh (1989; *in* Meyerhoff, *et al.*, 1994), para un impacto de un meteorito que originó un cráter de 200 km de diámetro, la perforación realizada en él debería tener una

profundidad cercana a 10 km, para conocer restos de tal material.

Por su parte, Sharpton *et al.*, (1991) considera que si el Chicxulub fue el resultado del impacto de un cuerpo extraterrestre, en el límite Cretácico-Cenozoico, no habría una secuencia sedimentaria continua del Cretácico Superior, subyaciendo a sedimentos del Paleoceno. Tampoco habría anhidrita subyaciendo al Cretácico, porque esos sedimentos se habrían evaporado. Por el contrario, habría un cráter gigante relleno por una brecha, con restos representativos del tal evento, depositados sobre el basamento infrayacente.

CONCLUSIONES

Los estudios estratigráficos del Cretácico Superior de 3 pozos perforados por Petróleos Mexicanos en Yucatán son ignorados en propuestas sobre el impacto de un meteorito en Chicxulub, aparentemente ocurrido en el mismo sitio de los pozos ilustrados en las figuras 1 y 2.

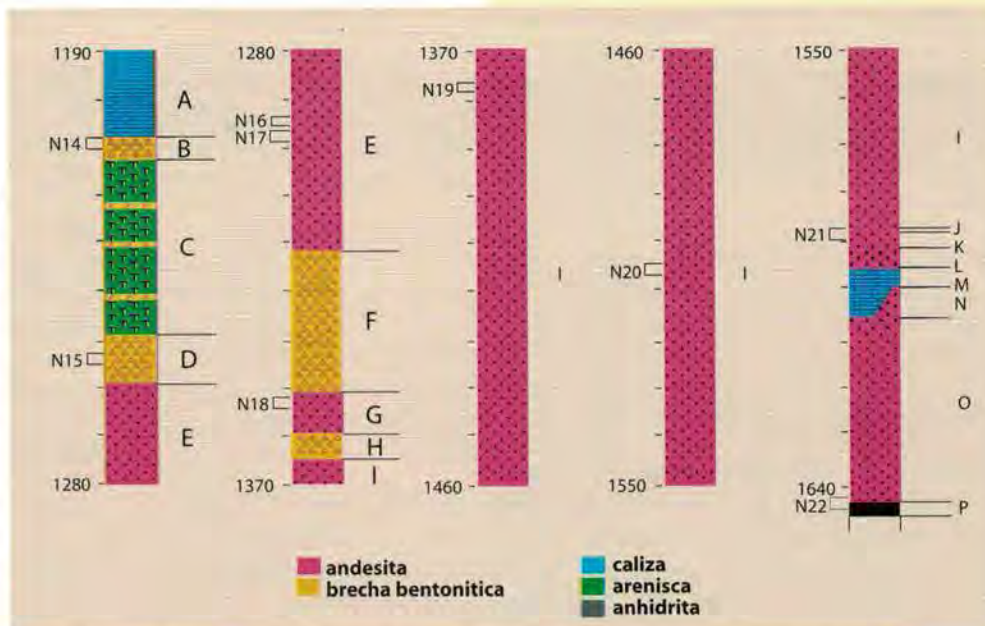


Fig. 2. Sección estratigráfica del pozo Yucatán No. 6. Descripción litológica:

A, calizas del Cretácico Superior (Campaniano). B, brecha bentonítica. C, arenisca con intercalaciones de bentonita. D, F, H, brecha bentonítica. E, G, I, L, O, andesita. J, caliza. K, brecha volcánica. P, anhidrita. Descripción original de Maldonado, J. (*in* Meyerhoff *et al.*, 1994). Profundidad en metros.

¿Cuál es el interés en ahondar en estudios sobre el supuesto impacto de un cuerpo extraterrestre ocurrido aparentemente en Yucatán, al proponer una perforación de índole petrolera, en un lugar donde hace cerca de 50 años Petróleos Mexicanos hizo perforaciones exploratorias, sin resultados positivos, en cuanto a la localización de hidrocarburos, objetivo primordial de esa institución?

Inclusive el Instituto Mexicano del Petróleo se ha involucrado en estudios del caso Chicxulub, según González Bárcena (1999); eso lo aleja y descuida los objetivos de exploración petrolera que debería realizar esa institución.

¿A qué precio saldría extenderles el acta de defunción mundial a los dinosaurios, causada por un posible impacto extraterrestre, ocurrido en Yucatán?

REFERENCIAS

Álvarez, L. W., Álvarez, W., Asaro, F. y Michel, H. V., 1980. Extrater-



restrial cause for the Cretaceous – Tertiary extinction. *Science*, vol. 208, p 1095 – 1108.

Bohor, B. F. y Seitz, R. 1990. Cuban K/T catastrophe. *Nature*, Vol. 344, p 593.

Buffler, R. T., Schlanger, W., et al., 1984. Sites 535, 539, and 540, in *Initial reports of the Deep Sea Drilling Project*, Vol. 77. Washington, D. C., U. S., Government Printing Office, p. 25-217.

Byerly, G. R. 1991. Igneous activity. In Salvador A. ed., *The Gulf of Mexico basin*. Boulder, Colorado, Geological Society of America. *Geology of North America*, Vol. J, p 91-108.

Cantú Chapa, A. 1992. The Jurassic Huasteca Series in the subsurface of Poza Rica, Eastern Mexico. *Journal of Petroleum Geologist*, Vol. 15, No. 3, p 259 – 282.

Cantú Chapa, A. y Landeros Flores, R. 2001. The Cretaceous-Paleocene Boundary in the Subsurface Campeche Shelf, Southern Gulf of Mexico. In Bartolini, C., Buffler, T. y Cantú Chapa, A. eds. *The western Gulf of Mexico Basin: Tectonics sedimentary basins, and petroleum systems*. AAPG Memoir 75, p 389-395.

Cantú Chapa, A. 2004a. El límite Cretácico – Cenozoico y su relación con un posible impacto de un cuerpo extraterrestre en Yucatán. *Revista Petroquímex*, enero-febrero, p 20-24.

Cantú Chapa, A. 2004b. La sucesión de microfósiles en el límite Cretácico – Cenozoico en México, confrontación con el supuesto impacto de un cuerpo extraterrestre en Chicxulub, Yucatán. *Revista Petroquímex*, marzo-abril, p.32-37.

González Bárcena, B. 1999. Investigadores del IMP, pioneros en el estudio del Chicxulub. *Gaceta IMP*, 2a época, Año II, No. 60, p 5-7.

Hildebrand A. R., Penfield, G. T.,

Kring, D. A., Plikington, M., Camargo, Z., Jacobsen, S. B. y Boynton, W. V. 1991. Chicxulub crater: A possible Cretaceous/Tertiary boundary impact crater on Yucatan Peninsula, Mexico.

Geology, Vol. 19, p 867-871.

Iturralde Vinent, M. A. 1992. A short note on the Cuban late Maastrichtian megaturbidite (an impact-derived deposit?). *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 109, p 225-228.

Keller G., MacLeod, N., Lyons, J. B., y Officer, C. B. 1993. No evidence for Cretaceous-Tertiary boundary-age deep water deposits in the Caribbean and Gulf of Mexico. *Geology*, Vol. 21, p 776-780.

Longoria, F. y Gamper, M. A. 1995. Planktonic foraminiferal faunas across the K/T succession of Mexico. Implications for the K/T boundary problem. *Geology*, vol. 23, p 329-332.

Longoria, F. y Gamper, M. A. 2003. The small globigerinas fauna: a clue in the evolution of planktic foraminifera across the K/T boundary. In Agustín Ayala-Castañares, universitario, impulsor de la investigación científica (L. A. Soto, Ed.). *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, p 283-302.

López Ramos, E. 1973. Estudio geológico de la Península de Yucatán. *Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín* Vol. 25, p 23 – 76.

López Ramos, E. 1975. Geologic summary of the Yucatan peninsula. In Nairn, A. E. M., and Stehli, F. G. eds. *The ocean basins and margins*, Vol. 3, *The Gulf of Mexico and the Caribbean*. New York, Plenum Press, p 257-282.

Officer, C. B., Drake, C. L., Pindell, J. L., y Meyerhoff, A. A. 1992. Cretaceous-Tertiary events and the Caribbean caper. *GSA Today*, Vol.

1, p 69-75.

Pope, K. O., Ocampo, A. C. y Duller, C. E. 1991. Mexican site for K/T impact crater. *Nature* No. 351, p. 105.

Marin D., Quezada M., J. M., Sharpton, V. I., Ryder, G. y Schurayta, B. C., 1992. Age constraints on the Chicxulub impact structure: K/T or not? *Lunar and Planetary Sci.*, Vol. XIII, p 843-844.

Melosh, H. J. 1989. Impact cratering. New York, Oxford University Press, 245 p.

Meyerhoff, A. A., J. B. Lyons, y Ch. B. Officer, 1994. Chicxulub Structure: A Volcanic Sequence of Late Cretaceous Age. *Geology*, Vol. 22, No. 1, p 3-4.

Moody, C. L. 1949. Mesozoic igneous rocks of the northern Gulf Coastal Plain. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Vol. 32, p 1410-1428.

Officer, Ch. B., Drake, C. L., Pindell, J. L., and Meyerhoff, A. A. 1992. Cretaceous – Tertiary events and the Caribbean caper. *Geological Society of America Today*, Vol. 2, p 69-75.

Poupeau, G. 1985. Un horloge astronomique rythme-t-elle la disparition des espèces? *La Recherche*, vol. 16, p 674-678.

Sharpton, V. L. et al. 1992. New links between the Chicxulub impact structure and the Cretaceous/Tertiary boundary. *Nature*, Vol. 359, p 819-821.

Stinnsbeck et al., 1993. Deposition of channel deposits proximal to the Cretaceous/Tertiary boundary in northeast Mexico: Impact or gravity flow deposits? *Geology*, Vol. 21, p 797-800.

Viniegra, G. F. 1971. Age and evolution of salt basins of southeastern Mexico. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Vol. 55, p 478-494.



Producción de campos petroleros en la Sonda de Campeche, indebidamente relacionada con el impacto de un posible meteorito en Chicxulub, Yucatán

Abelardo Cantú Chapa.
Instituto Politécnico Nacional.

Revista: PetroQuímex, Septiembre-Octubre 2004, pág 22-24

Resumen. Importantes recursos humanos y materiales de instituciones oficiales, dedicados a investigaciones de yacimientos petroleros de México, son desviados indebidamente, al relacionar incipientes estudios estratigráficos del campo petrolero más importante de México (Cantarell), con el impacto de un mítico meteorito ocurrido en Yucatán. En esos estudios se postula el origen de la principal roca almacenadora de hidrocarburos del país, como producto de la caída del supuesto cuerpo extraterrestre.

Aquí se analizan metodologías estratigráficas incoherentes, que nada tienen que ver con el objetivo fundamental de la investigación científica, aplicada a la localización de hidrocarburos en México; con ello se desvirtúan objetivos de trabajo de organismos nacionales especializados en disciplinas del petróleo, como el Instituto Mexicano del Petróleo.

Introducción. La roca productora de petróleo más importante en México es la Formación Cantarell, se localiza frente a las costas de Campeche, a profundidades que varían de 2,900 a 4,100 m bajo el nivel del mar (Cantú Chapa et al., 2001). Varios campos petroleros han sido descubiertos desde 1982 en esa región del sureste del país, que dan fe de la importancia de esa formación, constituida por una brecha calcárea y dolomitizada, del Campaniano Maestrichtiano.

El espesor de esa formación es variable, de 260m desaparece cerca del litoral. Su edad y posición estratigráfica

fueron debidamente documentadas con muestras de rocas de 13 pozos petroleros, distribuidos en aproximadamente 250 km lineales. Ese material fue comparado con registros radioactivos y microfósiles foraminíferos de los pozos estudiados; con ello se configuraron tres secciones estratigráficas, para determinar la edad antes señalada de la Formación Cantarell y su relación con la Formación Abkatun (Paleoceno Inferior) que la suprayace (Cantú Chapa et al., 2001).

Una de esas secciones se reproduce aquí, representa la correlación de los pozos Tunich 1, Kutz 1 y Cantarell 2239 (Fig. 1). El horizonte de referencia es el contacto de las formaciones Abkatun y Cantarell. Las dos están en el límite Cretácico-Paleoceno; sus marcadas diferencias litológicas permiten separarlas estratigráficamente, según el registro radioactivo y las muestras de rocas y sedimentos extraídos de ambas formaciones. Los microfósiles encontrados en las dos formaciones fueron determinados por el Paleontólogo de Pemex, Román Landeros.

La Formación Cantarell fue subdividida en los miembros superior e inferior, en el estudio mencionado. La Formación Abkatun está constituida

por 30 a 50m de lutita, que alterna con caliza arcillosa. Ese material se manifiesta en la curva de rayos gama, con una fuerte inflexión hacia la derecha; son sedimentos depositados en una cuenca, contrastan fuertemente con la brecha de la Formación Cantarell.

Ese estudio estratigráfico aclaró la confusión que imperó por varios años en Petróleos Mexicanos, sobre la edad de la Formación Cantarell; las rocas extraídas de los pozos petroleros mostraron evidencias paleontológicas correspondientes a la edad antes señalada, Campaniano-Maestrichtiano.

EL LÍMITE CRETACIO-TERCIARIO. En tres artículos publicados se analizaron varios temas:

- Metodologías estratigráficas uti-

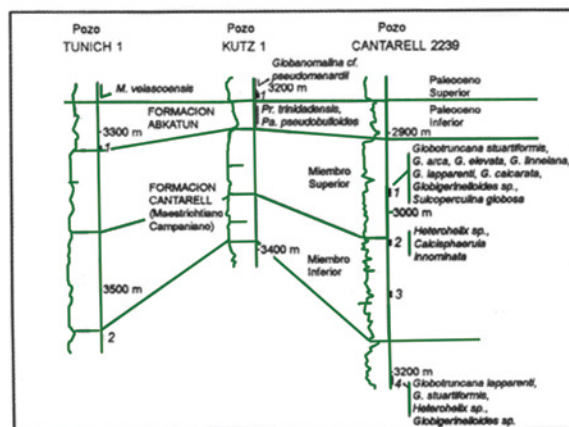


Fig. 1. Sección estratigráfica de los pozos Tunich 1, Kutz 1 y Cantarell 2239, Sonda de Campeche. Muestra las formaciones del Cretácico Superior y Paleoceno Inferior, según la curva de rayos gama del registro radioactivo y los foraminíferos encontrados en esos pozos (Cantú et al., 2001).

Fig. 2. Sección compuesta con el registro radioactivo de los pozos Balam 101, Bacab 1 y Nix 1, en la Sonda de Campeche.

lizadas para establecer el límite Cretácico-Paleoceno mundial y en pozos petroleros de México (Cantú Chapa, 2004a),

- Desviaciones de la estratigrafía, al pretender justificar un posible impacto extraterrestre ocurrido en el límite mencionado, sin evidencias paleontológicas (Cantú Chapa, 2004b),
- Resultados estratigráficos rigurosos, proporcionados en estudios de rocas del Cretácico Superior-Paleoceno, de pozos perforados por Pemex en el norte de Yucatán (Meyerhoff et al., 1994; y Officier et al., 1992; in Cantú Chapa, 2004c).

Sin embargo, en dos artículos sobre la Formación Cantarell, Grajales et al. (2000 y 2003), aseguran que hay una relación de génesis del yacimiento petrolero mas importante de México, representado por la formación mencionada, con el impacto de un meteorito ocurrido en Yucatán.

Grajales et al. (2000), muestra el registro radioactivo compuesto de tres pozos de Campeche (Bacab 2, Balam 101 y Nix 1), para justificar el origen de los estratos de la Formación Cantarell; en ellos habría restos del material arrojado por el supuesto meteorito impactado en Yucatán (fig. 2).

Más tarde, Grajales et al. (2003) agregan el registro radioactivo del pozo Kutz 1 de Campeche, a otra sección estratigráfica muy similar a la anterior, ambas fueron configuradas con el mismo material procedente de Tabasco y Chiapas. Las unidades litoestratigráficas 2 y 3, propuestas en el pozo Kutz 1, representarían material expulsado por el impacto del meteorito desde Yucatán; una argumentación difícil de aceptar (fig. 3).

Es el mismo material refutado a Álvarez et al. (1992) por Keller et al. (1993), encontrado en los pozos 536 y 540, en el Golfo de México. En el

pozo Kutz 1 de Campeche no se respetaron los cambios de litofacies, manifestados en el registro de rayos gama. Para tal efecto, compárese esa subdivisión litoestratigráfica con aquella propuesta para el mismo pozo, ilustrado aquí en la figura 1.

En esta última sección se ubican los foraminíferos encontrados en muestras de rocas de los pozos Kutz 1, Tunich 1 y Cantarell 2239. Esos microfósiles caracterizan la edad adjudicada a las formaciones Abkatun y Cantarell, en el límite Cretácico-Cenozoico.

DEFICIENCIAS ESTRATIGRÁFICAS.

Los estudios de Grajales et al. (2000 y 2003) presentan deficiencias metodológicas, relacionadas con la estratigrafía petrolera.

- Es incorrecto unir material de tres pozos en uno solo, para establecer una secuencia estratigráfica única, sin especificar qué parte corresponde a cada pozo (Grajales et al., 2000). El material de un pozo petrolero proporciona evidencias suficientes, para poder utilizarlas individualmente y correlacionarlas con pozos vecinos, en estudios estratigráficos locales y regionales.
- Es inexplicable adjudicarles espesores variables a cada una de las unidades propuestas, en los pozos petroleros estudiados por Grajales et al. (2000 y 2003). Los espesores de estratos y formación son obtenidos automáticamente, según los contactos de esas unidades; para el caso, se

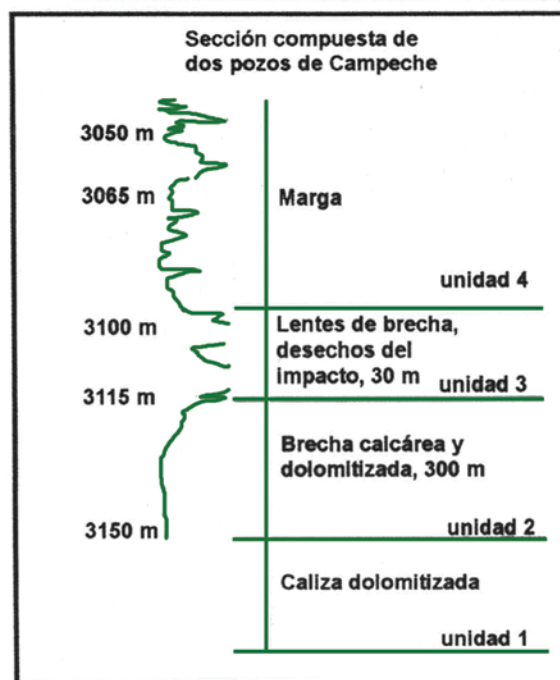


Fig. 2. Sección compuesta con el registro radioactivo de los pozos Balam 101, Bacab 1 y Nix 1, en la Sonda de Campeche. Se pretende justificar la presencia de material arrojado por el impacto de un meteorito, contenido en las unidades 2 y 3 (Grajales et al., 2000). Las unidades litoestratigráficas propuestas no responden a los cambios litológicos manifestados en el registro radioactivo, tampoco muestran los microfósiles que indiquen las edades de esas rocas. Es incorrecto unir material y registros geofísicos de tres pozos en uno solo, para hacer una propuesta litoestratigráfica.

utiliza la escala métrica adjunta al registro geofísico analizado.

- En esos estudios no se proporcionan nombres de microfósiles, obtenidos de los pozos incluidos en las secciones estratigráficas, que justificarían la edad propuesta a los estratos cortados por la barrena de perforación.
- En cambio, se agregan pruebas balísticas innecesarias, del trayecto del supuesto meteorito, que nada ayudan a caracterizar el yacimiento petrolero de la Formación Cantarell (Grajales et al., 2000 y 2003).
- Se argumenta que la roca sello, lutita de la Formación Abkatun, es resultado también del impacto del meteorito; los autores mencionados no explican el yacimiento petrolero.
- En los estudios antes mencionados se utilizan restos de cuar-



zo y vidrio alterado, obtenido de algunas muestras de pozos de Campeche, para indicar la procedencia de ese material, arrojado por el meteorito en Yucatán.

- Las edades de los sedimentos de pozos de Campeche, atribuidas a restos del supuesto meteorito impactado en Yucatán, no son evidentes (Grajales et al., 2000 y 2003).
- Para soportar esa argumentación, sobre el meteorito de Yucatán que originó supuestamente el yacimiento petrolero más importante de México, Grajales et al. (2000, 2003), se apoyan en la propuesta de Álvarez et al. (1992), relativa a material de los pozos 536 Y 540, perforados en el Golfo de México.
- El material estudiado por Álvarez procedería también de restos del impacto del mismo meteorito; sin embargo, Keller et al. (1993) descalificaron estos estudios, consideraron que ese material es de origen volcanoclástico.
- El estudio de Grajales et al. (2000, p 310) soporta la idea (inverosímil), del efecto de un meteorito impactado en la Tierra que generó estructuras geológicas, rocas almacenadoras de hidrocarburos y la roca sello de yacimientos petroleros.
- No se justifican estudios de esa naturaleza, apoyados por el Instituto Mexicano del Petróleo, abocado a proporcionar soluciones a problemas de geología petrolera nacional. Tales estudios son desvirtuados, al pretender explicar supuestos meteoritos que originaron yacimientos y rocas almacenadoras de hidrocarburos en la Sonda de Campeche, según Grajales et al. (2000 y 2003).
- Las propuestas mencionadas, de considerar a la caliza dolomitizada de la brecha, como producto de material lanzado por el supuesto meteorito, que originó el yacimiento de hidrocarburos de Campeche, sería inédita en geo-

logía petrolera mundial, si se acepta.

- En el estudio de Grajales et al. (2003) no se indica a qué profundidad está el límite Cretácico-Cenozoico en el pozo Kutz 1, ni de qué edad son los casi 180 m. de rocas y sedimentos de las unidades 1, 2 y 3 del mismo pozo (Fig.3).

CONCLUSIONES.

Mientras no haya un proyecto de investigación científica nacional, implicada en la exploración y explotación de hidrocarburos, en centros oficiales creados para tal efecto, se producirán propuestas desafortunadas, que se alejan de la investigación de yacimientos petroleros.

REFERENCIAS.

- Álvarez, W. et al. 1992. Proximal impact deposits at the Cretaceous-Tertiary boundary in the Gulf of Mexico: A restudy of DSDP Leg 77 Sites 536 and 540. *Geology*, Vol. 20, p 697-700.
- Cantú Chapa, A. and Landeros Fores, R. 2001. The Cretaceous-Paleocene boundary in the subsurface Campeche Shelf, Southern Gulf of Mexico. In C. Bartolini, T. Buffler, and A. Cantú-Chapa, eds. *The western Gulf of Mexico Basin: Tectonics sedimentary basins, and petroleum systems*. AAPG Memoir 75, p. 389-395.
- Cantú Chapa, A. 2004a. El límite Cretácico-Cenozoico y su relación con un posible impacto de un cuerpo extraterrestre en Yucatán. *Revista Petroquímex*, Enero-Febrero, p. 20-24.
- Cantú Chapa, A. 2004b. La sucesión de microfósiles en el límite Cretácico-Cenozoico en México, confrontación con el supuesto impacto de un cuerpo extraterrestre en Chichxulub, Yucatán. *Revista Petroquímex*, marzo-abril, p. 32-37.
- Cantú Chapa, A. 2004c. Evidencias del fin del Cretácico según estudios de pozos



Fig. 3. Sección estratigráfica del pozo Kutz 1, en la Sonda de Campeche, según Grajales et al. (2003). La subdivisión de los estratos no corresponde a sus manifestaciones en el registro radioactivo. El objetivo de la sección es justificar el material producto del impacto de un meteorito, encontrado en las unidades 2 y 3. Compárese la subdivisión litoestratigráfica con la propuesta para el mismo pozo Kutz 1, de la figura 1.

petroleros en Yucatán. *Petroquímex*, Mayo-Junio de 2004, p. 18-20.

Grajales-Nishimura, J. M., Cedillo-Pardo, E., Rosales-Domínguez, C., Morán-Zenteno, D. J., Álvarez, W., Claeys, Ph., Ruiz-Morales, J., García-Hernández, J., Padilla-Ávila, P., and Sánchez-Ríos, A. 2000. Chicxulub impact: The origin of reservoir and seal facies in the southeastern Mexico oil fields. *Geology*, Vol. 28, No. 4, p. 307-310.

Grajales-Nishimura, J. M., Murillo-Muñetón, G., Rosales-Domínguez, C., Cedillo-Pardo, E., and García-Hernández. 2003. Heterogeneity of lithoclast composition in the deep-water carbonate breccias of the K/T boundary sedimentary succession, southeastern Mexico and offshore Campeche. In C. Bartolini, R. T. Buffler, and J. Blickwede, eds., *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics*. AAPG Memoir 79, p. 312-329.

Keller, G., MacLeod, N., Lyons, J. B., and Officer, C. B. 1993. No evidence for Cretaceous-Tertiary boundary-age deep water deposits in the Caribbean and Gulf of Mexico. *Geology*, Vol. 21, p. 776-780.

Meyerhoff, A. A., Lyons, J. B., Officer, Ch. B. 1994. Chicxulub Structure: A Volcanic Sequence of Late Cretaceous Age. *Geology*, Vol. 22, No. 1, p. 3-4.

Officer, C. B., Drake, C. L., Pindell, J. L., and Meyerhoff, A. A. 1992. Cretaceous-Tertiary events and the Caribbean caper. *GSA Today*, Vol. 2, p. 69-75.



Exploración

Mitos de la Exploración Petrolera

Dos casos se analizan:
Chicontepec y Chicxulub (p 5-6)

Resumen. En los últimos 30 años la exploración petrolera mexicana ha sido contaminada por varios mitos, que impiden su desarrollo acertado.

Antecedentes. El ejercicio incorrecto de la exploración petrolera nacional ocurre por sustentarse sobre bases científicas inciertas; éstas se presentan cuando se carece de disciplinas científicas y tecnológicas confiables por certeras, que apoyen su realización razonada; los mitos las sustituyen.

Esos casos son aportes seudo científicos que contribuyen a atenuar dudas, en círculos de decisión política y económica, al pretender justificar la presencia de yacimientos petroleros fantasiosos e indocumentados, mediante argumentaciones que caen en la campo de la ficción.

Los mitos inoculados a la exploración de hidrocarburos de México son divulgados en el aula, en disciplinas básicas de geología, e insertados al personal técnico y administrativo de centros petroleros.

Dos mitos se señalan aquí por sus implicaciones en exploración petrolera, representan desviaciones metodológicas que enmascaran prácticas administrativas, relacionadas con la adquisición de tecnología costosa y abundante, ésta será aplicada en pozos petroleros con baja producción como los

de Chicontepec, en Poza Rica, al este de México.

Otro mito se relaciona con la desviación de importantes recursos humanos institucionales, normalmente asignados a ejecutar tareas de exploración petrolera; en su lugar se realizan prácticas de trabajo inapropiadas e inútiles al recurrir a inverosímiles argumentos para explicar yacimientos petroleros.

Este mito parte de investigaciones incorrectas; al divulgarlas se intenta explicar el efecto de un hipotético cuerpo extraterrestre, que pudo impactarse a fines del Cretácico en el litoral norte de la actual península de Yucatán. Ese impacto supuestamente originó los ricos yacimientos petroleros de Campeche.

El Paleocañón de Chicontepec. Este caso representa el mito mayor en exploración petrolera de México, por promover su fantasmagórico potencial petrolero, por adjudicarle importantes presupuestos para realizarlo y por sus magros resultados en cuanto a producción de hidrocarburos.

Esa supuesta estructura paleogeográfica se localizaría en el subsuelo de la región de Poza Rica, como secuencia sedimentaria incompleta, por haber sido supuestamente erosionada en un medio marino, durante el Cenozoico. El plano que ilustra el llamado paleocañón de Chicontepec fue configurado

en mesas de dibujo, sin apoyarlo con información de pozos de la misma área de exploración (Busch & Goveia, 1978).

La distribución alargada de esa estructura sería paralela al actual litoral del Golfo de México y sus extremos carecen del delta que caracteriza su desembocadura en esa cuenca, como ocurre normalmente en estructuras similares, localizadas en el litoral de ese mar (Berman & Rosenfeld, 2007) (Fig. 1A, B).

La propuesta original del llamado paleocañón de Chicontepec presenta deficiencias metodológicas notables, al ser configurado como plano geológico por Busch & Goveia (1978), a saber:

- como representación gráfica de una provincia paleogeográfica intemporal es insostenible, al delinearla aislada de la cuenca sedimentaria que representa el Golfo de México;
- como evidencia paleosedimentológica regional es ilógica, por no corresponder al patrón geológico que ocurre alrededor del Golfo de México, como afluente del mismo (Fig. 1A,B);
- como área geográfica restringida en el subsuelo de la región de Poza Rica es rebatible, la roca que configuraría el paleocañón de Chicontepec aflora inclusive en la Sierra Madre Oriental (Cantú Chapa, 1985, 2001);
- como región paleogeográfica delimitada por la Formación Chicontepec, la roca productora de hidrocarburos, carece aun de la caracterización estratigráfica y estructural, local y regional, que justifique el supuesto volumen de hidrocarburos que teóricamente se le adjudica.

Perspectivas de exploración petrolera. Para exculpar la impericia exploratoria efectuada en la región de Chicontepec y reposicionar su vigencia hacia costosas y voluminosas perforaciones, se ha optado por invocar conceptos geológicos absurdos sobre su origen y recurrir a apoyos tecnológicos extranjeros, que augurarían su probable éxito petrolero.

En el primer caso predominan explicaciones pueriles, sobre supuestos procesos paleose-

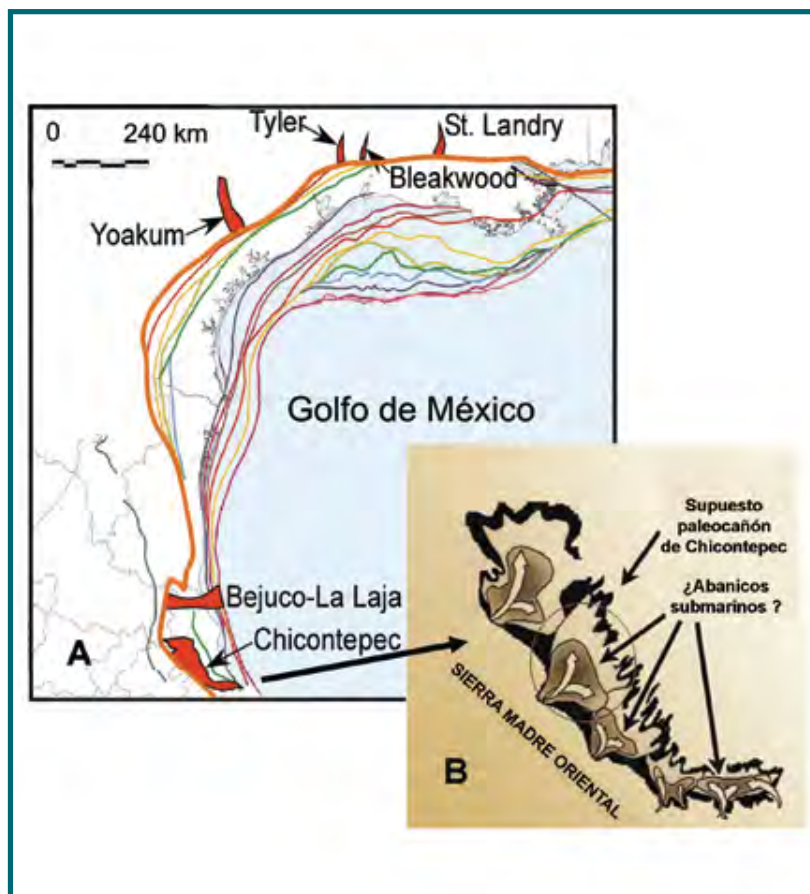


Fig. 1A. Distribución de estructuras paleogeográficas denominadas cañones, en el subsuelo del EUA; sus deltas desembocan en el Golfo de México (Berman & Rosenfeld, 2007).

Fig. 1B. Hipotético paleocañón de Chicontepec con seis afluentes laterales en forma hipotética de abanicos; carece de explicación estratigráfica y del delta que caracterice su afluencia al mismo golfo (Cheatwood & Guzmán, 2002).

dimentológicos, originados en los márgenes de ese paleocañón, de edades geológicas indefinidas. En el segundo caso se recurre a la propuesta de perforar mas pozos en esa región, para justificar la viabilidad de esa empresa suplementaria.

A ese respecto se emiten argumentos hipotéticos, relacionados con flujos de sedimentos ocurridos en seis áreas laterales del llamado paleocañón de Chicontepec, que pudieron originar potentes yacimientos petroleros aun no descubiertos; teoría indocumentada por medio de los pozos ya perforados.

Esa inverosímil explicación ha sido acuñada desde el mismo centro de exploración petrolera nacional, como material de investigación geológica petrolera (Cheatwood & Guzmán, 2002) (Fig. 1B).

En cuanto a apoyos tecnológicos propuestos para ser implementados en pozos del mítico paleocañón, se parte de la voluntad de aplicar técnicas indefinidas, que supuestamente contribuirían a aumentar la producción petrolera en

los sedimentos de la Formación Chicontepec (Eoceno Inferior-Paleoceno Medio), localizados a profundidades promedio de 1,200 m.

Limitantes geológicas. Solo el reconocimiento físico de la sucesión estratigráfica en sus diferentes horizontes, y el apoyo de registros geofísicos y microfósiles foraminíferos, podrá delimitarse la distribución estratigráfica de sus capas susceptibles de almacenar petróleo, local y regionalmente.

Si la metodología estratigráfica fuera aplicada en el estudio de la Formación Chicontepec, su efecto benéfico contribuirá a inferir estructuras geológicas, como trampas estratigráficas y estructurales; estos representan los elementos físicos importantes, capaces de resguardar hidrocarburos.

Sin embargo, aun se ignora si la subdivisión estratigráfica de esa formación fue establecida, local y regionalmente, según parámetros lito y cronoestratigráficos clásicos en geología petrolera, donde se aplicarían tecnologías indefinidas, para aumentar la productividad de sus yacimientos, predominantemente en los campos Agua Fría, Escobal y otros.

Estos campos constituyen parte del megaproyecto Chicontepec. Al no establecer en ellos la estratigrafía de esas rocas, tácitamente se promueven errores en la aplicación de tecnologías costosas, sin poder llegar a los objetivos de producción propuestos. Agréguese el suplemento invertido en ese proyecto improductivo, que contempla equipo, personal, estudios geofísicos, etc.

Anótese que la secuencia estratigráfica requerida para fines de explotación de yacimientos ya fue establecida en la Formación Chicontepec, en pozos del sector norte de Poza Rica y sur de Cerro Azul; sus horizontes fueron delimitados cronoestratigráficamente a nivel regional (Cantú Chapa, 1985, 2001) (Fig. 2).

Esa metodología estratigráfica es aplicada en regiones con producción petrolera importante, en sedimentos del Oligoceno al Paleoceno en Texas y Louisiana. Con ella se delimitan posibles trampas estratigráficas y estructurales que caracterizan yacimientos. La bibliografía al respecto es abundante.

Todo apunta a considerar que la relación estratigráfica de los horizontes que constituyen

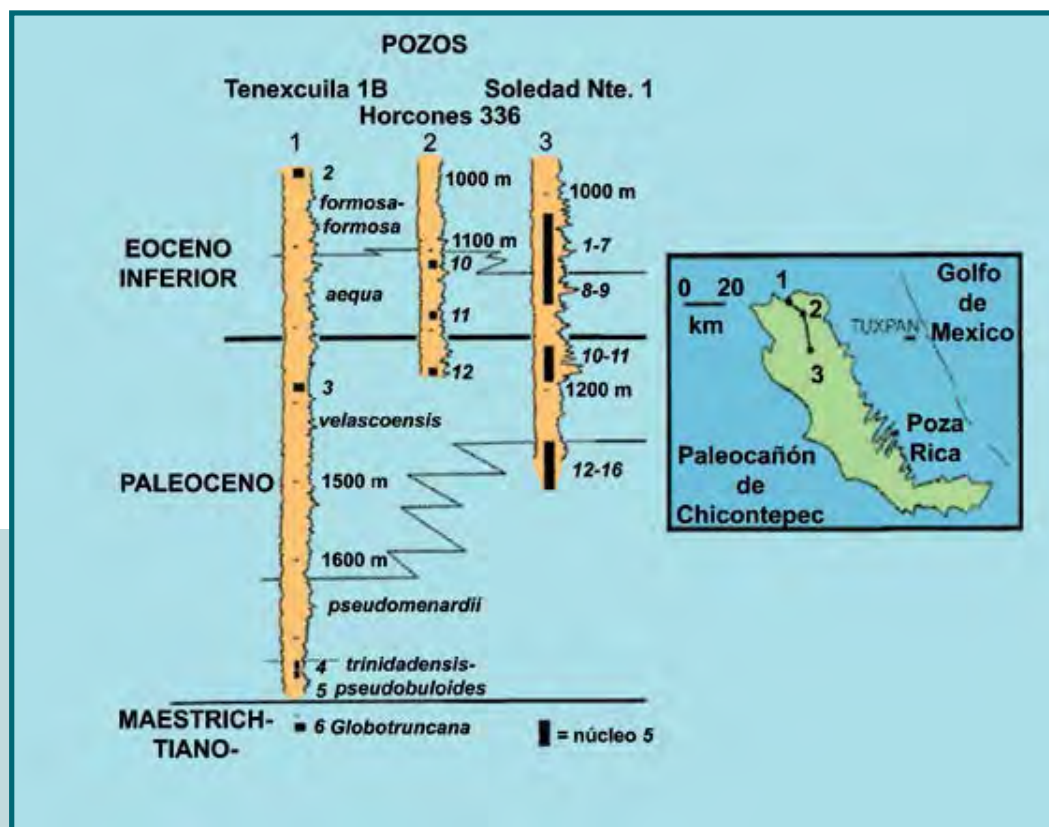


Fig. 2. Sección estratigráfica de pozos del norte del llamado Paleocañón de Chicontepec, según registros geofísicos y microfósiles; es subdividida cronoestratigráficamente, del Maestrichtiano al Eoceno Inferior (Cantú Chapa, 2001)

la Formación Chicontepec corresponden sólo a cambios laterales de litofacies, con implicaciones petroleras; estos sólo pueden ser reconocidos por estudios estratigráficos.

La geofísica sísmica, incluyendo la 3D, no es suficiente para reconocer y diferenciar las variaciones de litofacies, a la escala en que los lentes litológicos delgados ocurren, intercalados en la potente secuencia de lutitas y areniscas de la unidad formacional mencionada.

Técnicas suplementarias para ser implementadas en Chicontepec.

Las propuestas técnicas institucionales, para aplicarlas en Chicontepec son imprecisas, como es la estimulación para la producción petrolera; no se conocen antecedentes positivos de su uso, según las compañías perforadoras que proponen utilizarlas en esa región.

Sus métodos estarían basados en el fracturamiento de material litológico de los pozos perforados, con apoyo de estimulaciones ácidas no precisadas en ese proyecto. Todo eso es incluido en el concepto denominado en inglés “workover”; con el cual se presiona para continuar efectuando ahí, un mayor número de perforaciones, con producción negativa.

El concepto del término inglés, trata simplemente de casos mecánicos relacionados con:

... **La perforación y rehabilitación de pozos (workover)**, actividades del mantenimiento periódico, servicios de reparaciones mecánicas para mantener la producción o modificaciones importantes, llamadas los “workovers”. El uso de workovers puede aumentar a menudo substancialmente reservas económicamente recuperables del aceite y del gas. **Ver liga siguiente:** (<http://www.coapetrol.com/perforacion.php>)

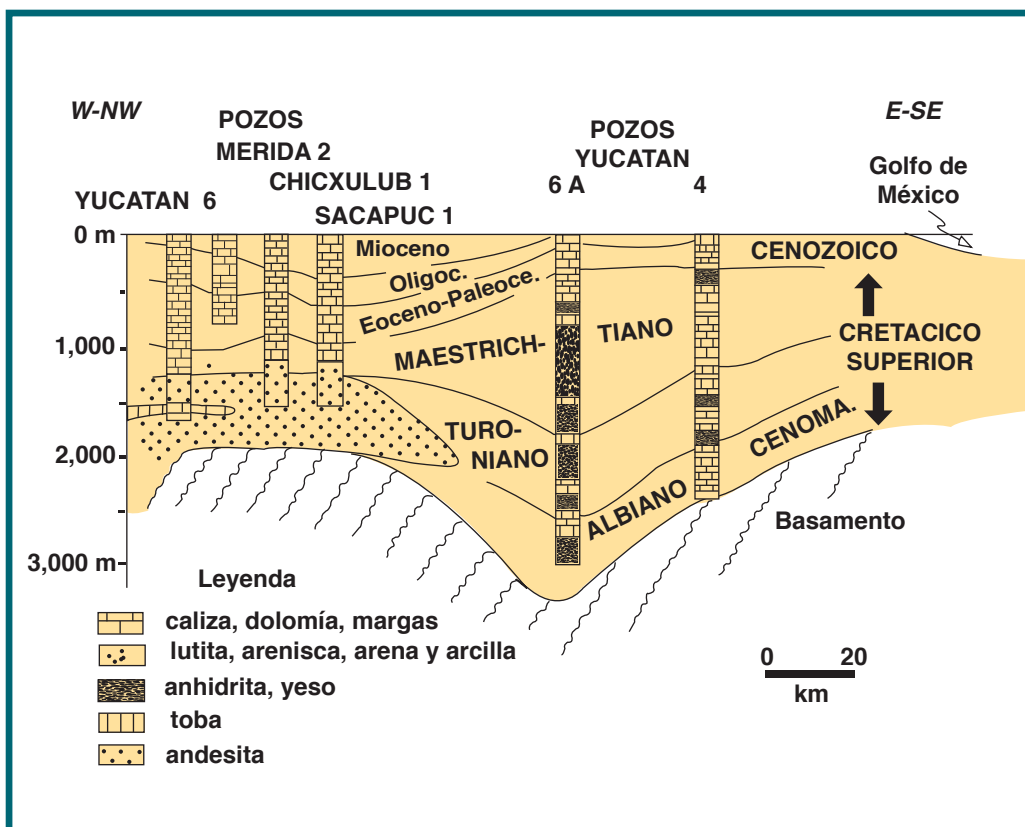


Fig. 3. Sección geológica según pozos perforados en Chicxulub, norte de Yucatán; muestra la secuencia sedimentaria continua de origen marino, del Cretácico Superior al Terciario, afectada por rocas de origen volcánico intercaladas (según López Ramos, 1975).

La aplicación de tecnologías ambiguas en el desarrollo de campos de la región de Chicontepec ha quedado anclada en la mitología oficialista; implícitamente se considera que su uso contribuirá a aumentar la producción petrolera idealizada en esa región, según proyectos de exploración de PEMEX. Se trata de procedimientos técnicos cuyos resultados positivos son desconocidos en otros países.

Si la estratigrafía de esa potente secuencia sedimentaria no ha sido establecida, en los campos del proyecto de explotación Chicontepec, los delgados lentes de interés petrolero por rescatar, según la tecnología propuesta, continuarán proporcionando resultados negativos.

El mito de la riqueza petrolera de Chicontepec y su paleocañón es difícil de desarraigar aun con el aporte de contribuciones documentadas para rebatirlo (Cantú Chapa, *ibid*). La persistencia de ese mito permite justificar el presupuesto invertido en este caso fallido, de exploración nacional.

El Mito de Chicxulub. Este caso se refiere a un hipotético meteorito impactado a finales del

Cretácico en Chicxulub, una localidad del litoral norte de la actual península de Yucatán.

El mítico impacto supuestamente generó la roca que constituye la Formación Cantarell (Grajales *et al.*, 2003). Se trata de la roca formada por una brecha que almacena el mayor yacimiento petrolero en el país; esa roca de edad Cretácico Superior está localizada frente a Campeche, en aguas someras del Golfo de México, a profundidades variables (Cantú & Landeros, 2001).

López Ramos (1975) documentó la estratigrafía de los sedimentos cortados en varias pozos perforados con fines petroleros, en esa localidad de Yucatán. En ellos no hubo manifestaciones de la presencia de hidrocarburos, solo se señaló una roca de origen volcánico, infrayaciendo a la secuencia sedimentaria continúa de origen marino, de edad Cretácico Superior - Paleoceno.

Esos sedimentos no presentan una discordancia en el límite de las dos eras geológicas, que sugiera ausencia de un grupo de ellos, por efectos del impacto de un cuerpo extraterrestre en la localidad de Chicxulub (Officer *et al.*, 1992) (Fig. 3).

La información geológica obtenida de material de pozos de esa localidad de Yucatán no tiene relación geológica con la producción de petróleo, de las rocas del Cretácico Superior de Campeche, según ha sido expuesto en escritos publicados por personal del IMP (Grajales *et al.*, 2003).

Por lo mismo, la documentación petrolera generada a partir de pozos perforados en aquella región (López Ramos, 1975), de nada ha

servido al personal de ese instituto, para no enfocar sus actividades en la línea correcta de la exploración petrolera clásica.

La distracción de actividades de investigación con objetivos imprecisos en exploración petrolera, es concebida al apelar a los efectos del supuesto impacto de un cuerpo extraterrestre; esa actividad errónea limita la urgencia de proponer localizaciones para perforar pozos petroleros, misión fundamental del IMP.

Conclusiones. En la exploración petrolera nacional persisten otros mitos que influyen en decisiones de aplicación certera de la misma; entre ellos está la geoquímica y la estratigrafía de secuencias, que representan desgastes de recursos humanos en varios actividades.

¿Cómo despojarse en la práctica profesional inoculada por los mitos señalados, para poder enderezar el rumbo de la exploración petrolera nacional, de manera que de frutos inmediatos?

¿Porqué los yacimientos que ocurren en la Formación Chicontepec, no han sido delimitados cronoestratigráficamente, en los campos petroleros programados para la utilización de tecnologías inéditas, como son aquéllos del sector norte de Poza Rica?

¿Bajo qué bases se definen líneas de investigación geológico petroleras en instituciones nacionales avocadas a ese tipo de tareas?

Con todas sus deficiencias, es lamentable que el proyecto Chicontepec sea comparado en términos de mercadotecnia (Suárez Coppel, *in* La Jornada, 18-I-2010).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Berman, A. E. and Rosenfeld, J. H. 2007. Deepwater Wilcox potencial. *Petroleum Frontiers*, 21 (1): 1-24.
- Busch, D. A. and A. S. Goveia, 1978. Stratigraphy and structure of the Chicontepec-Turbidites, southeastern Tampico-Misantla Basin, Mexico. *AAPG Bulletin* 62: 235-246.
- Cantú Chapa, A., 1985. Is there a Chicontepec Paleocanyon in the Paleogene of Eastern Mexico? *Journal of Petroleum Geology*, 8(4): 423-434.
- Cantú Chapa, A., 2001. Paleocanyons in the Subsurface of Eastern Mexico: Facts and Uncertainties. *AAPG. Memoir* 75: 421-430.
- Cantú Chapa, A. & R. Landeros, 2001. The Cretaceous-Paleocene boundary in the subsurface, Campeche Shelf, Southern Gulf of Mexico. *AAPG. Memoir* 75: 389-395.
- Cheatwood, Ch. J. & A. E. Guzmán, 2002. Comparison of Reservoir Properties and Development History: Spraberry Trend Field, West Texas and Chicontepec Field, Mexico. *SPE* 74407: 1-17.
- Grajales *et al.*, 2003. Heterogeneity of Lithoclast Composition in the Deep-water Carbonate Breccias of the K/T Boundary Sedimentary Succession, Southeastern Mexico and Offshore Campeche. *AAPG Memoir* 79: 312-329.
- López Ramos, E. 1975. Geological summary of the Yucatan peninsula, *in* Nairn, A. E. M., & Stehli. F. G., eds., *The ocean basins and margins*, Vol. 1. The Gulf of Mexico and the Caribbean, New York, Plenum Press: 257-282.
- Officer *et al.*, 1992. Cretaceous-Tertiary Events and the Caribbean Capex. *GSA Today*, 2(4): 69-70, 73-75.

The Cretaceous-Paleocene Boundary in the Subsurface Campeche Shelf, Southern Gulf of Mexico

Abelardo Cantú-Chapa

Instituto Politécnico Nacional, Mexico City, Mexico

Román Landeros-Flores (deceased)

Petróleos Mexicanos, Ciudad del Carmen, Campeche, Mexico

Dedicated to Mr. Rudecindo Cantarell, a fisherman who discovered and reported the existence of oil seeps in waters of the Campeche Shelf.

ABSTRACT

The Cretaceous-Paleocene boundary on the Campeche Shelf is established with planktonic foraminiferal biostratigraphy from core and chip samples and is correlated with gamma-ray well logs. The Campanian-Maestrichtian Cantarell Formation is herein formally described as a breccia formed of calcareous or dolomitized fragments cemented by micrite. Its age is established using *Globotruncana* species. The Abkatun Formation is formally described as brown shale and shaly limestone that contains *Parvularugoglobigerina trinidadensis* and *Pa. pseudobulloides* of the lower Paleocene. The upper Paleocene is represented by greenish-gray shale that contains *Morozovella velascoensis*, *M. formosa formosa*, *M. aragonensis*, and *Globoanomalina pseudomenardii*.

The broad regional distribution and distinctive lithology of the Cantarell and Abkatun Formations allow them to be differentiated from overlying and underlying formations. The boundary between the lower and upper Paleocene is conformable.

INTRODUCTION

Exploration offshore in the Campeche shelf began in 1974 (Figure 1). The Chac-1 well penetrated a Cenozoic shale sequence overlying a rock unit that Petróleos Mexicanos (PEMEX) named the *Paleocene breccia*, based on lithology and preliminary foraminiferal biostratigraphy. The authors conducted a stratigraphic study of the Paleocene breccia in 1982 and integrated well logs with microfossils. These new data determined the precise stratigraphic relationships of the Upper Cretaceous

and Paleocene rocks in the southeastern part of the Gulf of Mexico. The planktonic foraminiferal biostratigraphy was accomplished using the zonation scheme of Berggren et al. (1995).

Four stratigraphic sections were constructed. The main stratigraphic cross section trends northwest-southeast, is 250 km long, and is built with 10 offshore boreholes located northwest of Ciudad del Carmen, southern Gulf of Mexico (Figure 1).

Locally, boreholes outside the main section line were projected into the section to aid in the interpretation. Three addi-

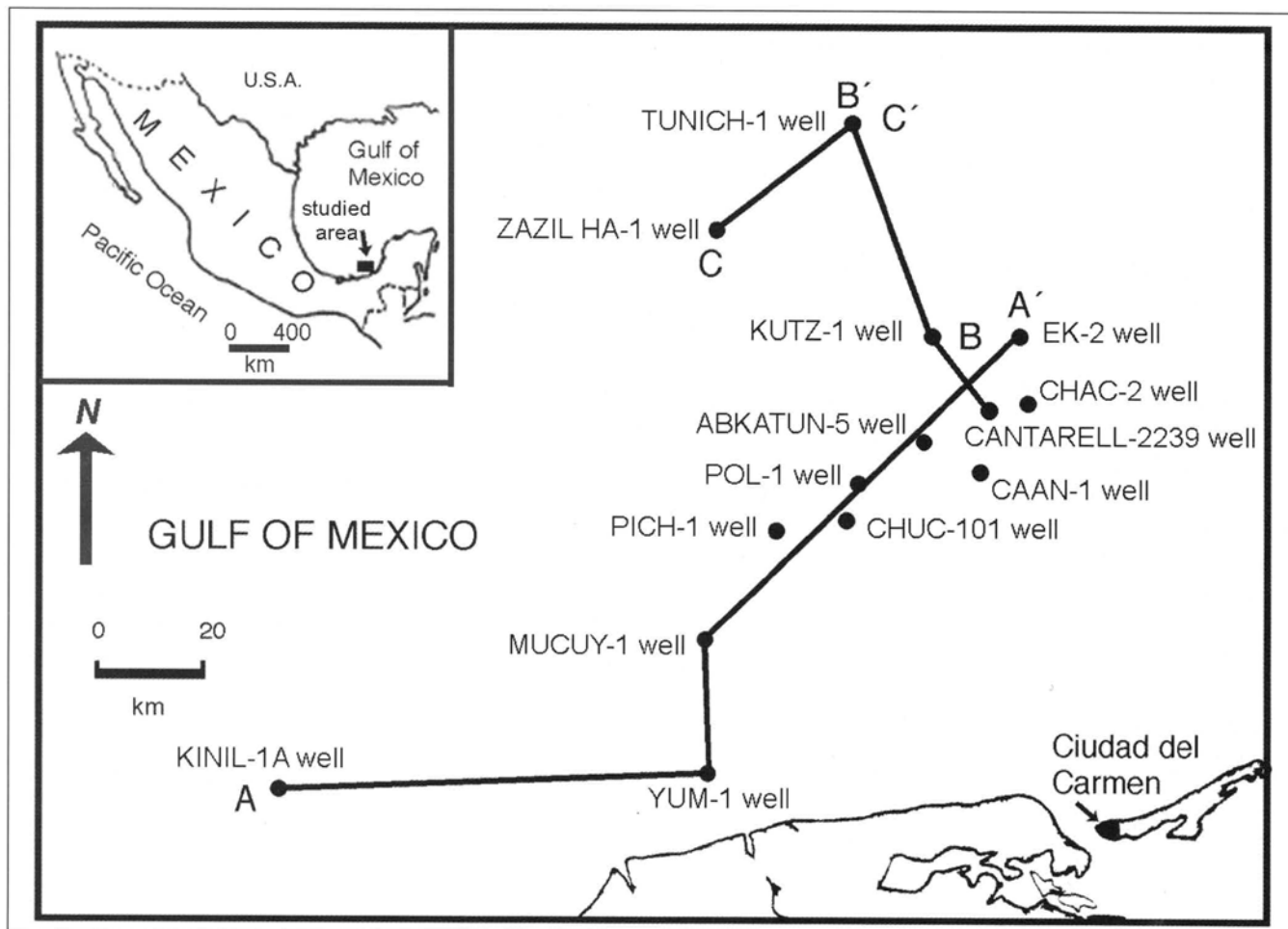


FIGURE 1. Location map of the Campeche Shelf, southern Gulf of Mexico, showing PEMEX boreholes and lines of cross section used in this study.

tional stratigraphic cross sections located northwest of the study area were also completed to support the interpretations and to depict the stratigraphic relationships between the Upper Cretaceous and Paleocene rock units. In addition, one structural cross section that comprises the Upper Jurassic, the Cretaceous, and the lower Paleocene strata was constructed to complement the stratigraphic study. The main goals of this investigation were: (1) to date the Upper Cretaceous breccia (called here the Cantarell Formation), (b) to establish the Cretaceous-Paleocene and the lower-upper Paleocene boundaries, (c) to determine Upper Cretaceous lateral facies in the southwestern part of the study area, and (d) to formally describe the lower Paleocene Abkatun Formation.

STRATIGRAPHY

The Upper Cretaceous and lower Cenozoic subsurface stratigraphy in the Campeche Shelf, southern Gulf of Mexico, is determined with well logs and core and ditch samples. The ages of the rock units were established based on planktonic foraminiferal biostratigraphy (Table 1).

Upper Eocene

South of the main cross-section line, brecciated reef structures have been dated late Eocene (Hernández-García, 1993, 1994). Also, a bentonitic matrix from core 2 (4039–4040 m) in the Kinil-1 well contains the benthic foraminifera *Amphistegina parvula*, *Helicostegina dimorpha*, *Lepidocyclina* sp., *Neolepidina postulosa*, and *Heterostegina* sp., indicating a late Eocene age, after the unpublished study of R. Landeros of PEMEX. These same rocks are known from other boreholes in the southeastern region of the Gulf of Mexico (e.g., Ixim-1 well, core 1, 960–968 m).

Upper Paleocene

This is a very distinctive lithostratigraphic and chronostratigraphic unit that consists of 50–450 m of bentonitic, soft to semihard, laminated, and locally calcareous greenish-gray shale (Figure 2). Foraminifera identified from the shale include *Morozovella velascoensis*, *M. formosa formosa*, *M. aragonensis*, and *Globanomalina pseudomenardii*, of late Paleocene–Eocene age (Berggren et al., 1995). In the southeastern region of the Gulf

of Mexico, a core sample (3203–3212 m) from Kutz-1 well yielded the foraminifera *Globoanomalina* cf. *pseudomenardii* of the late Paleocene (Figure 3, B-B').

Lower Paleocene (Abkatun Formation)

The Abkatun Formation, formally described herein for the first time, is a characteristic and regionally widespread unit in the Campeche Shelf, southern Gulf of Mexico. The name is taken from the Abkatun field. In Mayan dialect, the term *Abkatun* means "god who holds the world." The type section is the Abkatun-5 well, where the top of the unit lies at a depth of 3278 m (Figure 4). This formation consists of 30 to 60 m of interbedded reddish-brown shale and beige shaly limestone that contain the foraminifera *Parvularugoglobigerina trinidadensis* and *Pa. pseudobulloides* of early Paleocene age (Berggren et al., 1995). Because of its shaly nature, the gamma-ray log deflects to the right when this formation is penetrated and shows a slight deflection to the left near the base because of its calcareous shale content. The upper contact is with greenish-gray calcareous shale of the upper Paleocene. The lower contact is

sharp at a depth of 3325 m with Upper Cretaceous dolomite, calcareous breccia, or marly sediments.

Both the top and the basal contacts of the Abkatun Formation are distinct gamma-ray log shifts to the right, indicating higher values. The upper-lower Paleocene boundary is characterized by an even more dramatic deflection of the gamma-ray log toward the right (Figure 2).

Historical background of this characteristic shaly unit is related to exploration in the offshore Campeche area. The lower Paleocene Abkatun Formation is present in the Campeche area (Figures 2–4) but is missing in the Chuc-101 well (Figure 2). Because of its shaly nature and the presence of planktonic foraminifera, the Abkatun Formation records deep-marine sedimentation. Other wells are listed in Table 1.

Campanian-Maestrichtian (Cantarell Formation)

In this study, the Cantarell Formation is formally described as approximately 260 m of breccia consisting of dolomitized, calcareous, angular fragments of diverse sizes cemented by a beige micrite. The type section is in the Cantarell-82 well (1972–2255 m), offshore Campeche, southern Gulf of Mexico

TABLE 1. Foraminiferal distribution in the Upper Cretaceous–Paleocene rocks based on PEMEX boreholes, southern Gulf of Mexico.

Age	Wells	Microfossils
Eocene	Kinil-1	Reef breccia. <i>Amphistegina parbula</i> , <i>Helicostegina dimorpha</i> ? <i>Lepidocyclina</i> sp., <i>Neolepidina postulosa</i> , <i>Heterostegina</i> sp. Core 2 (4039–4040 m).
Lower Paleocene	Kinil-1	<i>Pr. trinidadensis</i> , <i>Pa. pseudobulloides</i> . 5640 m
Maestrichtian-Campanian	Kinil-1	Marl. <i>Globotruncana elevata</i> , <i>G. contusa</i> , <i>G. linneiana</i> . 5680 m
Maestrichtian-Campanian	Mucuy-1	Marl. <i>Globotruncana leupoldi</i> , <i>G. stuartiformis</i> , <i>G. campanianarca</i> , <i>G. lapparenti</i> . 4890 m
Upper Paleocene	Pich-1	<i>Globoanomalina pseudomenardii</i> . 4040 m
Lower Paleocene	Pich-1	<i>P. eugebina</i> , <i>P. fringa</i> . 4130 m
Maestrichtian-Campanian	Pich-1	Dolomite breccia. <i>G. elevata</i> , <i>G. havanensis</i> , <i>G. arca</i> , <i>G. stuartiformis</i> . 4155 m
Upper Paleocene	Pol-1	<i>M. velascoensis</i> . 3640 m
Maestrichtian-Campanian	Pol-1	Dolomite breccia. <i>G. conica</i> , <i>G. arca</i> , <i>G. sp.</i> , <i>Globigerinoides</i> sp., <i>Rugoglobigerina</i> cf. <i>R. rugosa</i> , <i>G. stuartiformis</i> , <i>G. elevata</i> , <i>Abathomphalus mayaroensis</i> , <i>Planoglobulina</i> , <i>Heterohelix globulosa</i> , <i>Rugoglobigerina scotti</i> . Core 2 (3801–3804 m).
Upper Paleocene	Abkatun-5	<i>M. velascoensis</i> , <i>M. formosa-formosa</i> , <i>M. aragonensis</i> . 3160 m
Lower Paleocene	Abkatun-5	<i>Pr. trinidadensis</i> , <i>Pa. pseudobulloides</i> . 3275 m
Maestrichtian-Campanian	Cantarell-2239	Dolomite breccia. <i>G. stuartiformis</i> , <i>G. arca</i> , <i>G. elevata</i> , <i>G. linneiana</i> , <i>G. lapparenti</i> , <i>G. calcarata</i> , <i>Calcisphaerula inominata</i> , <i>Sulcoperculina globosa</i> , <i>Heterohelix</i> sp., <i>Globigerinelloide</i> sp. Core 1 (2970–2979 m) and core 4 (3205–3212 m).
Lower Paleocene	Chac-2 well	<i>Pr. trinidadensis</i> . 3446 m.

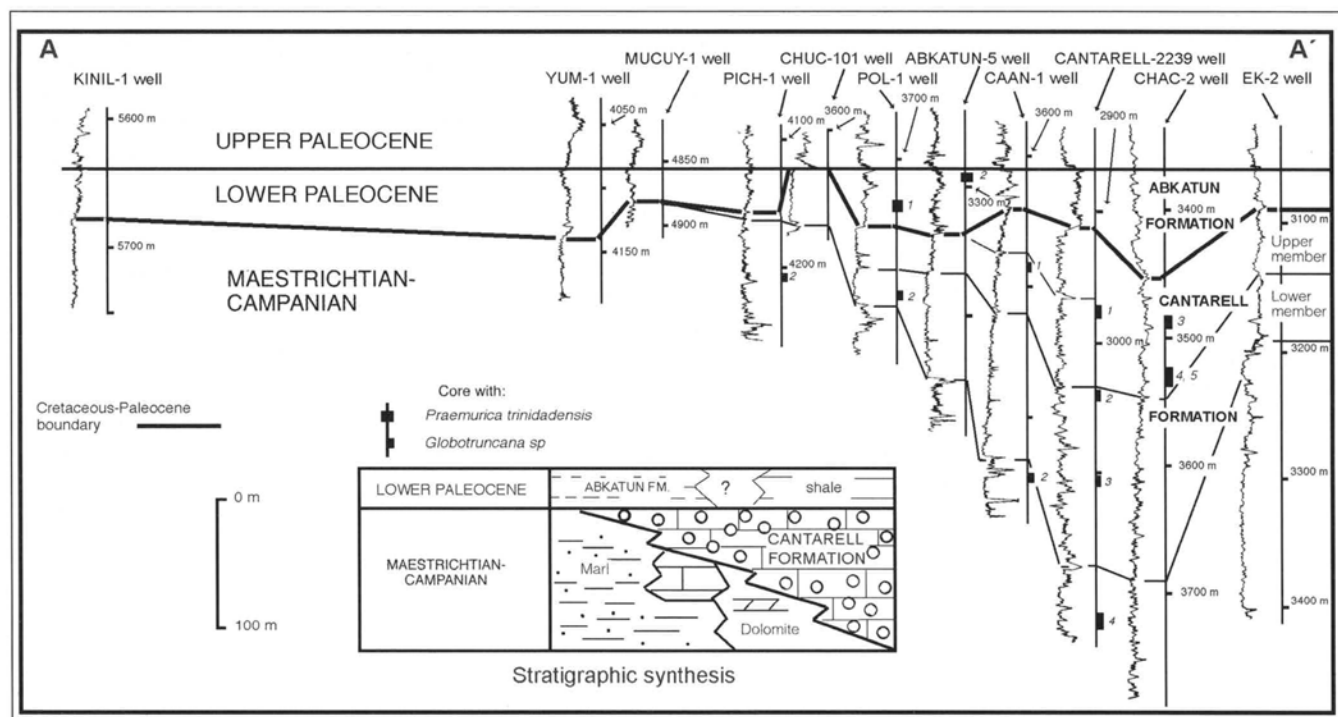


FIGURE 2. Stratigraphic cross section A-A'. Datum: lower-upper Paleocene boundary, showing the Cantarell Formation and Abkatun Formation. The Cretaceous-Paleocene boundary is based on gamma-ray logs and foraminifera-bearing ditch and core samples. Location is shown in Figure 1.

(Figure 4). During initial regional studies by PEMEX, strata of the Cantarell Formation were originally called the Paleocene breccia on the basis of incorrect micropaleontologic determinations. The erroneous Paleocene age originally proposed for strata herein assigned to the Cantarell Formation in the southern Gulf of Mexico region still is accepted by some authors (Stanford-Bestt, 1989).

The Cantarell Formation has a brown color caused by oil impregnation. Locally, bentonite layers occur. In the central part of the main cross section, this formation changes laterally to shaly limestone, and in the southwestern part of the cross section, the breccia changes to calcareous shale (Figure 2). In limited areas in the northeast, the Cantarell Formation displays four horizons. The upper three horizons are considered the upper member, although they are lacking in nearby boreholes (Figure 4). This formation is thickest in the north (approximately 270 m), and it thins gradually toward the southwest, where it is absent from the section.

Stratigraphic Relationships

In wells in the middle part of the main cross section, the lower contact of the Cantarell Formation is conformable on Campanian-Maestrichtian dolostone and interbedded limestone. No evidence for an unconformity between these two units was recognized, as previously suggested by Santiago et al. (1984), in the southern Gulf of Mexico.

The Cantarell Formation is overlain by either lower or upper Paleocene sediments. The contact with the upper Paleocene is an unconformity observed in the central part of the

area. The contact with the lower Paleocene is sharp, but the fossil succession does not suggest a hiatus. This contact is represented typically by a strong deflection to the left on the gamma-ray log (Figure 4).

Age of the Cantarell Formation

Planktonic foraminifera collected from the micritic matrix of breccia in the Cantarell Formation are primarily species of *Globotruncana* that indicate a Campanian-Maestrichtian age. In addition, the conformable stratigraphic position below the early Paleocene shaly horizon is consistent with a Cretaceous age for the breccia. The faunas from these Cretaceous and Paleocene rocks are shown in Table 1. The angularity of different-sized clasts in the breccia record the chaotic origin of the Cantarell Formation during the Late Cretaceous.

Structural Deformation

Jurassic to Cenozoic rocks in the Campeche Shelf were affected by extensional deformation. Normal faults with vertical displacements of 250 m in the central part of the cross section and 750 m in the northwest and southeast parts are depicted in Figure 5. The Cretaceous-Paleocene boundary is deeper toward the southwest, where it is 5000 m below sea level. In the Cantarell-2239 well, the Cretaceous-Paleocene boundary occurs at a depth of 2930 m on the upthrown side of southwest-northeast en-echelon structures (Figure 5).

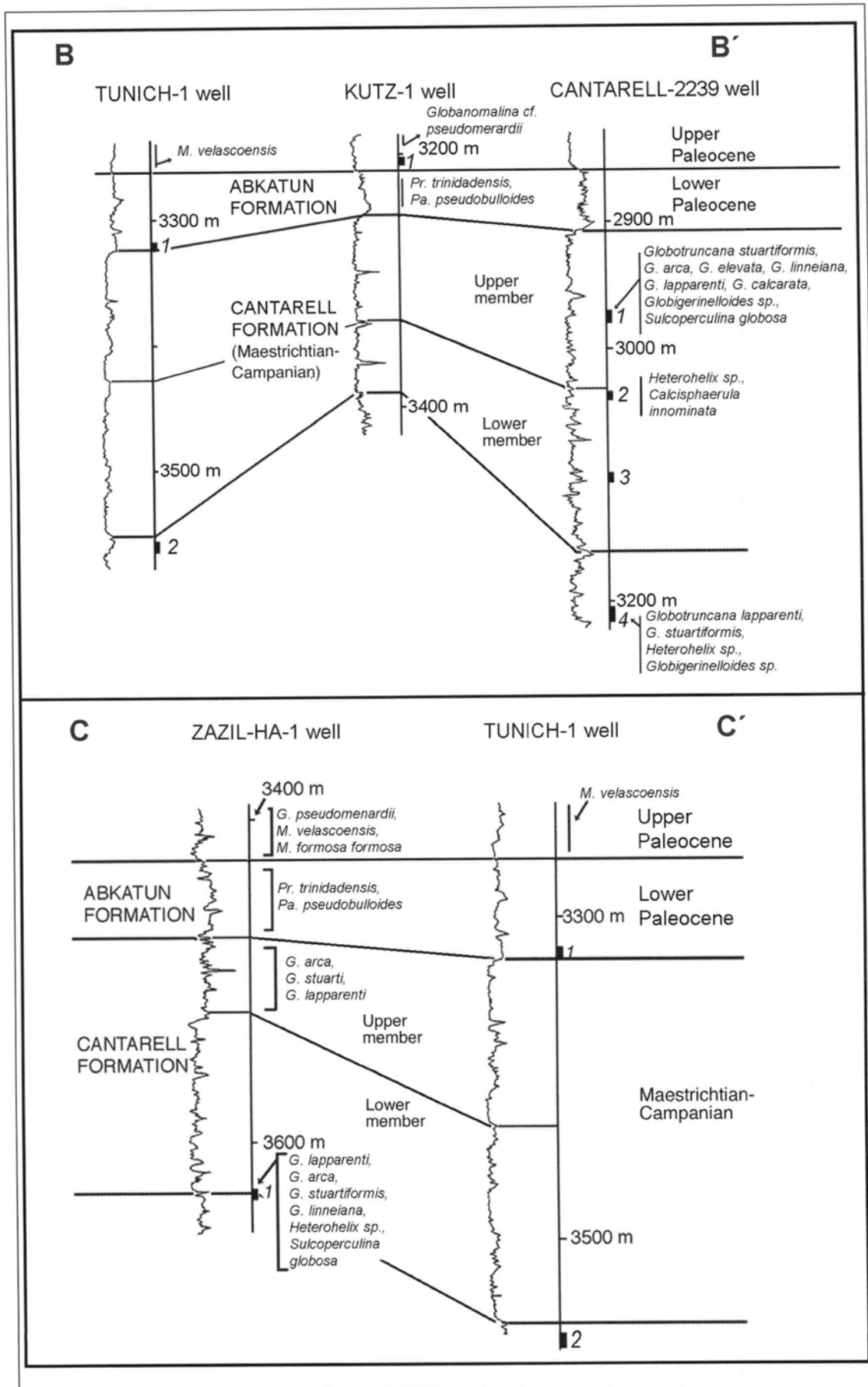


FIGURE 3. Stratigraphic cross sections B-B' and C-C' showing Upper Cretaceous and lower Paleocene rocks from the northeastern part of the study area, based on gamma-ray logs and foraminifera-bearing ditch and core samples. Location is shown in Figure 1.

A geological cross-section diagram of the Cenozoic in the Abkatun area. The vertical axis on the left represents depth in meters, ranging from 1000 m at the top to 7000 m at the bottom, with major ticks every 1000 m. A horizontal line at the top represents the surface. A north arrow points to the right, labeled 'NE'. Several wells are indicated by vertical lines extending from the surface down to their respective depths: KINIL-1A well, YUM-1 well, MUCUY-1 well, PICH-1 well, CHUC-101 well, POL-1 well, ABKATUN-5 well, CAAN-1 well, CANTARELL-2239 well, CHAC-2 well, and EK-2 well. The geological formations are labeled as follows: Abkatun Formation (Lower Paleocene), Abkatun Formation (Cretaceous), Abkatun F. (Cretaceous), Abkatun F. (Cretaceous), Abkatun Formation (Cretaceous), and Abkatun Formation (Cretaceous). The stratigraphic units are labeled as CRETACEOUS, UPPER JURASSIC, and U. JURASSIC. A legend indicates that the Cantarell Formation (Maestrichtian-Campanian) is represented by a dotted pattern. The diagram shows a complex geological structure with various faults and folds, particularly in the Cenozoic section.

FIGURE 5. Structural cross section A-A' based on PEMEX bore-hole data, southern Gulf of Mexico. Location is shown in Figure 1.

CONCLUSIONS

The Cantarell Formation in the Campeche Shelf, southern Gulf of Mexico, is of Campanian-Maestrichtian age. The Cretaceous-Paleocene boundary is established on the basis of planktonic foraminiferal biostratigraphy from core and ditch samples and gamma-ray well logs. The wide regional distribution and distinctive lithology of two new lithostratigraphic units, the Cantarell and Abkatun Formations, allow them to be differentiated from overlying and underlying formations. Foraminiferal biostratigraphy also established the lower-upper Paleocene boundary.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Claudio Bartolini for the translation of the manuscript to English. We are grateful to Harold Lang and Robert Scott for providing constructive reviews of the manuscript.

REFERENCES CITED

- Berggren, W. A., D. V. Kent, C. C. Swisher III, and M.-P. Aubry, 1995, A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy, *in* W. A. Berggren, D. V. Kent, M.-P. Aubry, and J. Hardenbol, eds., *Geochronology time scales and global stratigraphic correlation: Society for Sedimentary Geology (SEPM) Special Publication 54*, p. 129-212.
- Hernández García, S., 1993, Subsistema generador en los horizontes Cretácico Superior y Eoceno Medio de la Región Marina, Primer Simposio de Geología de Subsuelo: El sistema petrolífero y su evaluación: Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Memoria, Ciudad del Carmen, Campeche, p. 79-83.
- Hernández García, S., 1994, Cretaceous carbonate breccia reservoirs of the Campeche Area, Mexico, *in* *Geologic aspects of petroleum systems: First Joint AAPG/Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros Hedberg Research Conference*, p. 19-22.
- Santiago A., J. Carrillo B., and B. Martell A., 1984, Geología Petrolera de México, *in* *Evaluación de formaciones en México*: Schlumberger, Paris, France, p. 1-36.
- Stanford-Best, J., 1989, Sismología estratigráfica en la exploración y desarrollo de campos de la Sonda de Campeche: *Ingeniería Petrolera*, v. 24, no. 8, p. 7-18.