

BIOESTRATIGRAFIA DEL PALEOCENO Y EOCENO DE LA CUENCA TAMPICO-MISANTLA BASADA EN LOS FORAMINIFEROS PLANCTONICOS

M. A. Gamper *

RESUMEN

Se establece una subdivisión bioestratigráfica del Paleoceno-Eoceno de la Cuenca de Tampico-Misantla. En base al contenido de foraminíferos planctónicos se definen 22 Zonas de Intervalo para ese lapso. El límite Paleoceno/Eoceno se sitúa en la base de la Zona T-10 (Zona de Intervalo *Globorotalia velascoensis/Globorotalia aragonensis*), en tanto que el límite Eoceno/Oligoceno se coloca en la cima de la Zona T-22 (Zona de Intervalo *Globorotalia cerroazulensis/Globorotalia cocoaensis*). Por otra parte, se sugiere el abandono de la división de las Series Paleoceno y Eoceno en pisos, ya que, por el momento, causaría serios problemas en su determinación y consecuentemente, errores en la correlación.

ABSTRACT

A Paleocene-Eocene biostratigraphic scheme of zonation is established for the Tampico-Misantla Basin. Twenty-two Interval-Zones are defined, which are based on the distribution of planktonic foraminifera. The Paleocene/Eocene boundary is placed at the base of Zone T-10 (*Globorotalia velascoensis/Globorotalia aragonensis* Interval-Zone). The Eocene/Oligocene boundary is defined at the top of Zone T-22 (*Globorotalia cerroazulensis/Globorotalia cocoaensis* Interval Zone). On the other hand, it is suggested that the stage divisions of the Paleocene and Eocene Series, as stand at present, should be abandoned, because their use in local stratigraphy would cause serious chronostratigraphic misdeterminations and additional mistakes in correlation.

INTRODUCCION

Los foraminíferos planctónicos son en la actualidad los fósiles que con más frecuencia se utilizan en la bioestratigrafía terciaria. Esto se debe quizás, a que son abundantes en facies francamente marinas, lo que favorece la obtención de planos de referencia (*datum*) y, a la postre, zonificaciones bastante detalladas que permiten determinaciones bioestratigráficas muy precisas. Asimismo, hacen posible la correlación cronoestratigráfica interregional.

Aunque en México los estudios de microfau-
nas de foraminíferos se iniciaron hace más de medio siglo, sobre todo tendientes a su aplicación estratigráfica en la exploración petrolera de la Cuenca de Tampico-Misantla (Cushman, 1925a, 1925b, 1926, 1927; Cole, 1927, 1928; Nuttall, 1930, 1932; White, 1928a, 1928b; Thalmann, 1935a, 1935b; Robles-Ramos y Flores-Covarrubias, 1969), resulta un tanto paradójico que en la actualidad es quizás donde menos se conoce su distribución y no se sabe de ningún intento para establecer la sucesión bioestratigráfica de los foraminíferos planctónicos basada en faunas mexicanas. Por lo general, se utilizan los modelos de zonificación establecidos en Trinidad y/o en Jamaica por Bolli (1957a, 1966) y Blow (1969), respectivamente.

En la actualidad los problemas cronoestratigráficos del Paleoceno y Eoceno son tan complejos que han sido objeto de Coloquios Internacionales (cf. Colloque sur l'Eocene, 1968). La nomenclatura cronoestratigráfica es tan extensa que es casi imposible llegar a acuerdos internacionales en cuanto a una subdivisión de las Series en Pisos (cf. Colloque sur l'Eocene, 1968, Berggren, 1972; Cavelier y Pomerol, 1977). Esto ha traído como consecuencia que la mayoría de los bioestratígrafos que se ocupan del Terciario, establezcan sistemas de zonificación para cada

región utilizando planos de referencia (*datum*) para delinear los límites entre las Series y, es muy frecuente, que su subdivisión en Pisos quede relegada a un segundo término. Este tipo de problemas ha limitado el uso práctico del esquema cronoestratigráfico europeo e impide su aplicación en México, ya que causa serios problemas en las determinaciones cronoestratigráficas.

La presente investigación se realizó como parte del proyecto "Estratigrafía de la Cuenca Tampico-Misantla" y tiene como objetivo fundamental mostrar la sucesión de foraminíferos planctónicos del Paleoceno y Eoceno de la Cuenca Tampico-Misantla, así como situar las unidades litoestratigráficas que las contienen en un esquema bioestratigráfico de referencia.

MATERIAL Y METODOS

Este artículo es el resultado de las observaciones preliminares llevadas a cabo por la autora en base al estudio de campo de secciones estratigráficas medidas en el área de Tampico-Ayotoxco. El estudio sistemático y taxonómico detallado del contenido de foraminíferos planctónicos de cada una de las unidades litoestratigráficas será objeto de publicaciones separadas que en la actualidad se están preparando en la Sección de Estratigrafía del Instituto de Geología.

Durante la presente investigación, además de los afloramientos tipo de las formaciones incluidas, se estudiaron secciones de referencia complementarias mejor expuestas que permitieron establecer una sección columnar compuesta, la cual incluye todo el Paleoceno y el Eoceno.

El muestreo se realizó en forma sistemática habiéndose tomado muestras a intervalos que varían entre 30 y 500 cm. Durante el trabajo de campo se tomaron dos muestras independientes, una para la fauna de foraminíferos y la otra para estudiar el nanoplácton calcáreo. Las muestras de fora-

* Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 20, D. F.

miníferos fueron procesadas por los métodos ordinarios utilizados en el estudio de foraminíferos; sólo en algunos casos, las muestras se colocaron en agua hirviendo con detergente para mejor observación de las faunas. Únicamente se analizaron muestras representativas de cada formación, identificándose solamente los intervalos de referencia que definen biozonas, para establecer de esta manera la posición bioestratigráfica de las unidades litoestratigráficas estudiadas.

MARCO GEOLOGICO REGIONAL

La Cuenca Tampico-Misantla cubre una amplia extensión geográfica, alcanzando una superficie aproximada de 25,000 km² y geográficamente localizada en los Estados de Tamaulipas y Veracruz (Figura 1). También se le conoce con el nombre de Cenobahía de Tampico (*Tampico Embayment*) o Cuenca Tampico-Tuxpan. La Cuenca Tampico-Misantla forma parte de lo que morfológicamente se denomina como Planicie Costera del Golfo de México. Paleogeográficamente la cuenca está limitada al norte por la Sierra de Tamaulipas, al sur por el Macizo de Teziutlán, al este por el Golfo de México y al oeste por la Sierra Madre Oriental. Se trata de un elemento negativo terciario que se formó como consecuencia del levantamiento orogénico que dió origen a la Sierra Madre Oriental.

Los eventos de la evolución geológica de la cuenca aún no se conocen con precisión, dada la gran variedad de sus sedimentos que presentan una marcada variación lateral y vertical. En base a las observaciones litológicas se evidencia que la sedimentación en la cuenca se efectuó en dos episodios que resultaron en la acumulación de una facies flysch, seguida por una facies molasa. Estos dos episodios de depósito son muy evidentes y siguen la evolución tectónica de la cuenca. Los sedimentos de tipo flysch se acumularon en el oeste de la cuenca, como consecuencia de las primeras pulsaciones de la orogenia que, posteriormente dió lugar a la Sierra Madre Oriental. Durante este episodio se depositaron la Formación Velasco y la Formación Chicontepec. Sedimentación de tipo flysch está evidenciada desde el Cretácico Superior en el margen occidental de la cuenca, en los alrededores de Ciudad Victoria, donde la Formación Méndez está representada por una alternancia de areniscas de grano mediano a grueso y lutitas, que a su vez, está cubierta por la Formación Chicontepec de granulometría más gruesa. El origen de esta secuencia está estrechamente relacionada con la orogenia que culminó con el plegamiento de la Sierra Madre Oriental.

Contrastando con los sedimentos antes mencionados, se presentan en sucesión vertical los sedimentos conglomeráticos, arcillo-arenosos de las formaciones más jóvenes (Aragón, Tempoal, Chapopote, Tantoyuca, Horcones, Palma Real y Coatzintla), las cuales muestran una granulometría más fina hacia arriba y son el resultado del acarreo post-orogénico de terrígenos. Su distribución espacial es sensiblemente paralela a la facies de depósitos de tipo flysch y constituyen una facies molasa en la cuenca.

NOMENCLATURA LITOESTRATIGRAFICA

El intervalo Paleoceno-Eoceno de la Cuenca de Tampico-Misantla se ha referido a diversas unidades litoestratigráficas de acuerdo a los diferentes autores (Muir, 1936; López-Ramos, 1956), por lo que es evidente la necesidad de realizar estudios litoestratigráficos independientes para aclarar esos problemas de nomenclatura. Así, en la actualidad se han puesto en uso una decena de términos para referirse a los sedimentos del Paleoceno-Eoceno de la cuenca. Entre ellos destacan: Formación Velasco, Formación Tamesí, Formación Tanlajas, Formación Chicontepec, Arenisca Jaco, Formación Aragón, Formación Tempoal, Formación Guayabal, Formación Chapopote, Formación Tantoyuca y Formación Cerro Viejo.

El empleo preferente de algunos términos sobre otros, que se consideran sinónimos, se ha hecho algunas veces sin apearse a lo establecido en el Código de Nomenclatura Estratigráfica. Una revisión exhaustiva de todos los problemas concernientes a la nomenclatura litoestratigráfica de las unidades que representan el Paleoceno-Eoceno de la Cuenca Tampico-Misantla está por encima de los alcances del presente artículo y será objeto de publicaciones futuras. Por el momento, los siguientes términos se han empleado para referir la secuencia estudiada: Formación Méndez; Formación Velasco, Formación Chicontepec, Formación Aragón, Formación Tempoal y Formación Chapopote.

BIOESTRATIGRAFIA

En la actualidad existen varios esquemas de zonificación para el tiempo comprendido entre el Paleoceno-Eoceno (Bolli, 1957b, 1966; Premoli-Silva y Bolli, 1973; Hillebrand, 1962, 1965; Jenkins, 1965; Berggren, 1969; Stainforth *et al.*, 1974) todas ellas basadas en meras preferencias personales fundamentadas en observaciones directas en las regiones donde esos autores han trabajado, por lo que la utilización de un esquema de zonificación patrón (estándar), que pudiese ser empleado universalmente por todos los especialistas, está muy lejos de lograrse. Algunas de esas preferencias personales para utilizar una determinada zonificación tienen cierta justificación, si se toma en cuenta que las faunas de foraminíferos planctónicos varían con la latitud. Aún dentro de un mismo dominio paleogeográfico existen ciertas diferencias en contenido de foraminíferos; estas diferencias pueden deberse en parte a condiciones locales, tales como la abundancia relativa de las especies, o problemas debidos a la conservación. Estas últimas dependen en gran medida de las condiciones ecológicas que prevalecieron durante el tiempo de depositación. Así, por ejemplo, de acuerdo con los estudios realizados por Douglas y Savin (1973), se sabe que los foraminíferos planctónicos muestran cierta distribución vertical en la columna de agua en función de la profundidad; por lo general, las formas quilladas se relacionan con aguas más profundas. Por otra parte, estudios realizados por esos autores sobre la disolución del carbonato de calcio, permiten asegurar que las conchas de foraminíferos planctónicos son las primeras en verse afectadas, por lo que ciertas

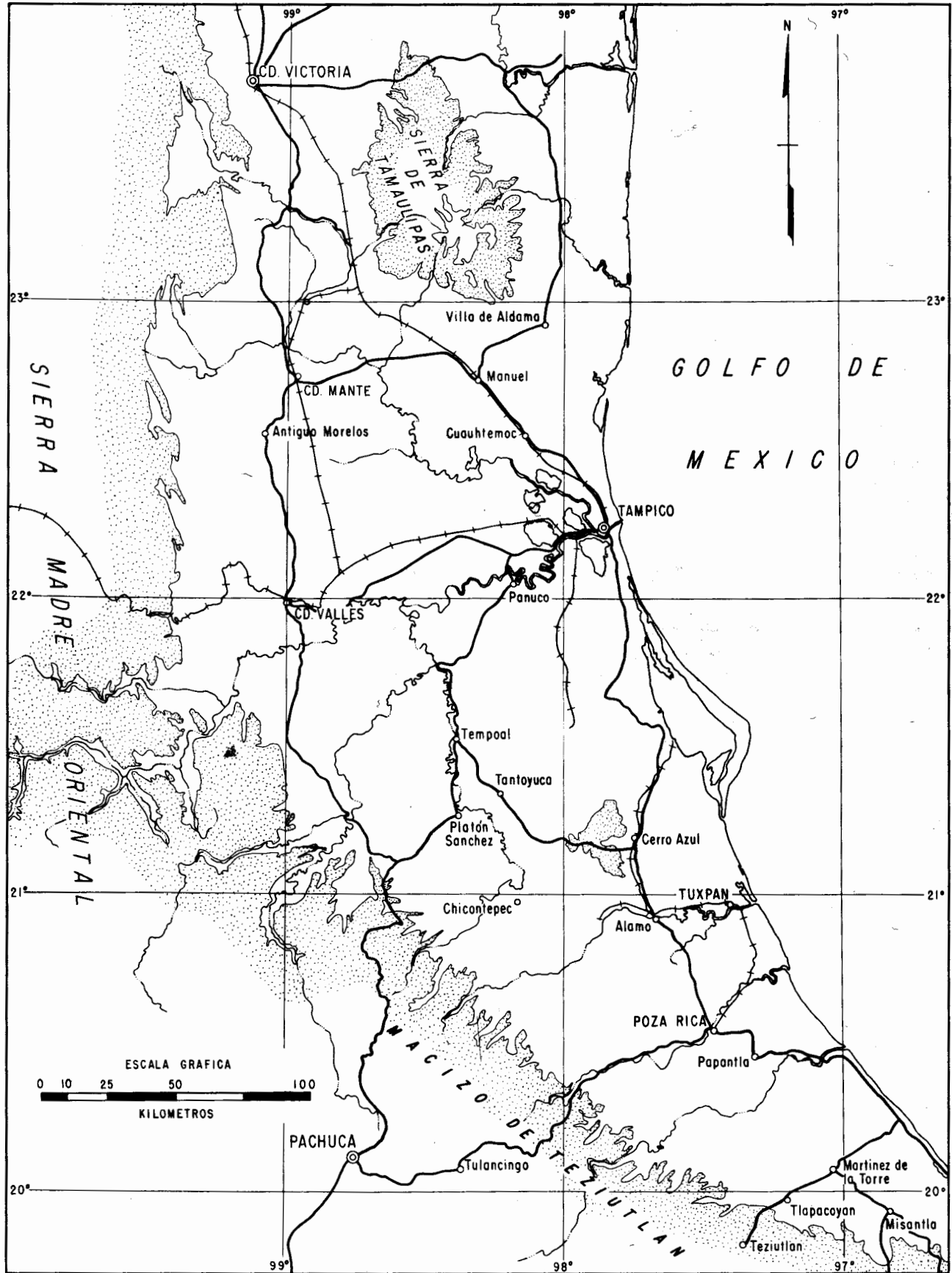


Figura 1.—Mapa de localización de la Cuenca Tampico-Misantla.

especies son muy sensibles a la disolución y algunas de las cuales pudieran ser de importancia estratigráfica, quedando sólo las especies más resistentes a la disolución. De los resultados obtenidos por Kennett (1973), Shackleton y Vella (1973), y por Douglas y Savin (1973) se postula, que durante el Paleoceno-Eoceno existieron fluctuaciones de temperatura de las aguas que afectaron la distribución de ciertas especies, limitando de esta manera las zonificaciones bioestratigráficas para usos regionales.

En México, sobre todo en la Cuenca de Tampico-Misantla, es frecuente observar que ciertas especies, consideradas como índices estratigráficos, se presentan muy esporádicamente o no se les puede reconocer dado el mal estado de su preservación, por lo que se dificulta la determinación bioestratigráfica de las muestras obtenidas. Tal es el caso de *Globorotalia edgari* Bolli, *Globorotalia lehneri* Cushman y Jarvis, y de *Globorotalia formosa formosa* Bolli. La autora, al estudiar el contenido de foraminíferos planctónicos de muestras representativas del Paleoceno-Eoceno de la Cuenca de Tampico-Misantla, ha buscado la manera de establecer, en base a sus propias observaciones, ciertos intervalos definidos por apariciones y extinciones estratigráficas de las especies, que ocurren con frecuencia en esta cuenca. Se logró de esta manera, una zonificación para el Paleoceno-Eoceno de México.

En las Figuras 2 y 3 se muestran los intervalos que se pueden delinear en base a especies presentes en los sedimentos estudiados. Estos intervalos están marcados por biohorizontes definidos por la primera aparición, ya sea estratigráfica o evolutiva, o la extinción estratigráfica de especies taxonómicamente estables, constituyendo así Zonas de Intervalo (International Stratigraphic Guide, 1976, p. 60). De acuerdo con las sugerencias de la mencionada Guía, las Zonas de Intervalo deben tomar el nombre de los fósiles que delimitan el lapso; sin embargo, el nombre resultante de la Zona es demasiado largo, limitando el uso práctico del término. Una alternativa, que se sugiere en la Guía (*op. cit.*, p. 61), es utilizar un nombre corto para la Zona de Intervalo como por ejemplo, en lugar de Zona de Intervalo *Globigerina eugubina/Globigerina daubjergensis*, solo Zona *Globigerina eugubina*, definiendo ésta de acuerdo con el intervalo que delimita la Zona. Este procedimiento puede causar interpretaciones erróneas, ya que el mismo fósil, es decir *Globigerina eugubina*, ha sido empleado como índice nominal de zonas homónimas pero con diferente significado bioestratigráfico.

Por lo anteriormente expuesto, la autora se inclina por usar una nomenclatura más corta enumerando las zonas, desde la más antigua a la más joven, utilizando la inicial "T" (derivada del término *Terciario*). Así, en el caso de la Zona de Intervalo *Globigerina eugubina/Globigerina daubjergensis* se emplea además "Zona T-1", como forma corta para referirse a esa Zona. Aunque en la "International Stratigraphic Guide", se sugiere el abandono de tal nomenclatura por razones de ordenamiento progresivo, este método ha resultado conveniente en el caso de algunas zonificaciones terciarias basadas en foraminíferos planctónicos (Blow, 1969), en el Cretácico Superior de México (Longoria, 1977) y en el Nannoplancton Calcáreo (Martini, 1970). La

principal objeción a este tipo de nomenclatura bioestratigráfica es el hecho, de que una vez establecida una secuencia numérica progresiva de zona, es supuestamente difícil subdividir los intervalos consecutivos; sin embargo, este obstáculo puede eliminarse si el caso lo amerita usando subfijos para las zonas que se subdividen.

En el Paleoceno-Eoceno de la Cuenca de Tampico-Misantla se reconocen 22 intervalos los cuales se definen a continuación.

ZONA T-1

Zona de Intervalo

Globigerina eugubina/Globigerina daubjergensis

Definición.—Lapso comprendido entre los biohorizontes delineados por la primera aparición bioestratigráfica de los taxa nominales.

Observaciones.—La presente Zona incluye quizás toda la Zona de *Globigerina eugubina* definida por Luterbacher y Premoli-Silva (1964, p. 68); sin embargo, aún no se conoce con exactitud la extinción de *G. eugubina* Luterbacher y Premoli-Silva, por lo mismo, en el presente artículo no se ha empleado la extinción de esta especie como biohorizonte zonal. De la misma manera, resulta un tanto difícil correlacionar la Zona T-1 del presente esquema con el esquema zonal elaborado por Blow y Berggren (Berggren, 1972, p. 203), ya que la zona extrema basal de esos autores se inicia con el *datum* delineado por la extinción de *Globotruncana* — *Rugoglobigerina*. Como anteriormente se expuso (Gamper, 1977), la aparición de las globigerinas pequeñas tiene lugar antes de la extinción de los hedbergelloideos (Zona CS-14 de Longoria, 1977).

En la Zona T-1 comúnmente se observa una gran variedad de formas de "*Globigerina*" de talla pequeña, cuya posición taxonómica aún permanece incierta.

ZONA T-2

Zona de Intervalo

Globigerina daubjergensis/Globorotalia trinidadensis

Definición.—Intervalo comprendido entre la primera aparición estratigráfica de los taxa nominales.

Observaciones.—La Zona T-2 comprende la parte superior de la Zona de *Globigerina eugubina* y toda la Zona de *Globorotalia pseudobulloides* del esquema propuesto por Bolli (1966). Como anteriormente se expuso, la extinción de *Globigerina eugubina* Luterbacher y Premoli-Silva es incierta por lo que no se toma como biohorizonte zonal. De la misma manera, la posición taxonómica de *Globorotalia pseudobulloides* (Plummer) es dudosa, ya que esta especie muestra una gran variedad morfológica, lo que podría en ocasiones causar serios problemas si se toma como biohorizonte zonal. En el presente artículo, se toma el biohorizonte definido por la primera aparición bioestratigráfica de *Globorotalia trinidadensis* Bolli por considerarse más diagnóstico.

ZONA T-3

Zona de Intervalo

Globorotalia trinidadensis/Globorotalia uncinata

Definición.—Intervalo definido por la primera aparición estratigráfica de los taxa nominales.

Observaciones.—La Zona T-3 corresponde a la Zona *Globorotalia trinidadensis* definida por Bolli (1957b, p. 62).

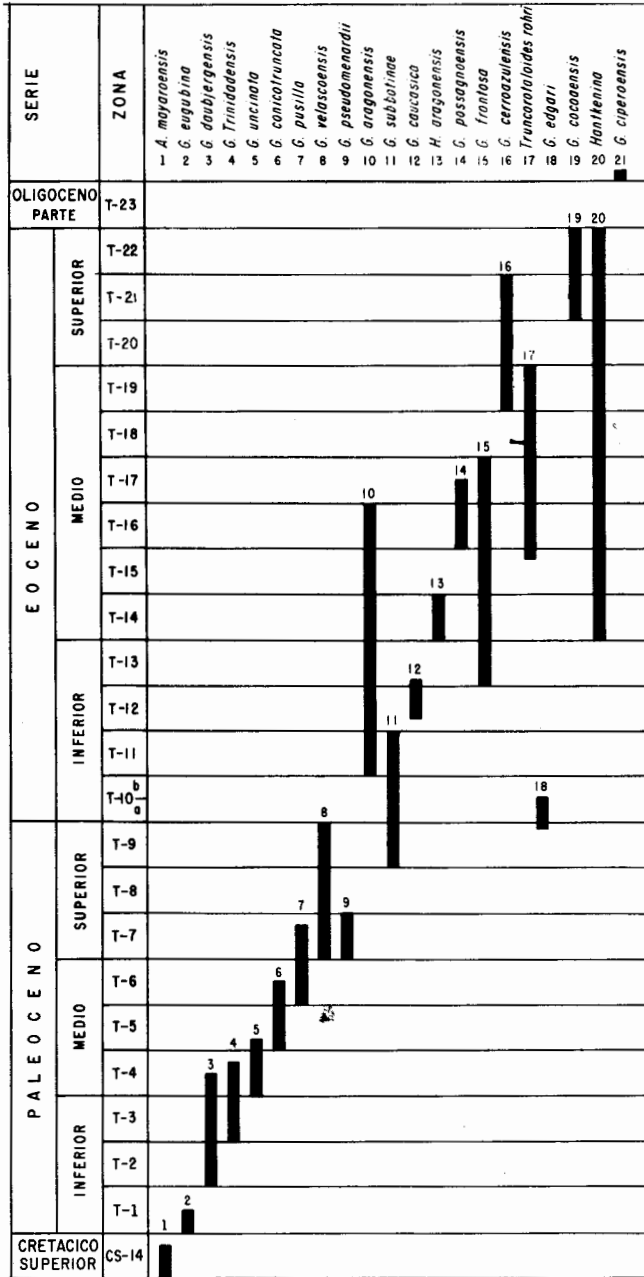


Figura 2.—Distribución estratigráfica de los taxa nominales y definición de las zonas de intervalo.

ZONA T-4

Zona de Intervalo

Globorotalia uncinata/Globorotalia conicotruncata

Definición.—Intervalo delimitado por la primera aparición estratigráfica de las especies nominales.

Observaciones.—La Zona T-4 básicamente corresponde a la Zona *Globorotalia uncinata*, redefinida en el sentido de Bolli (1966); también corresponde a la Zona P-2 de Blow y Berggren (Berggren, 1972), dada por la concurrencia de *Globorotalia uncinata* Bolli y *Globorotalia spiralis* (Bolli).

ZONA T-5

Zona de Intervalo

Globorotalia conicotruncata/Globorotalia pusilla

Definición.—Intervalo comprendido entre la

primera aparición estratigráfica de *Globorotalia conicotruncata* Subbotina y la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia pusilla* Bolli.

Observaciones.—El intervalo representado por la Zona T-5 incluye el lapso representado por la Zona *Acarinina angulata* de Allimarina (1963). Sin embargo, dado que la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia angulata* (White) es un tanto incierta, en el presente estudio se ha optado por tomar el biohorizonte delimitado por la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia conicotruncata* Subbotina como marcador zonal. Aparentemente, *Globorotalia angulata* (White) hace su primera aparición un poco antes que *G. conicotruncata* Subbotina. De ser así, la parte extrema alta de la Zona T-4 también incluirá la parte extrema baja de la Zona *Acarinina angulata* de Allimarina (1963). Aparentemente, la Zona P-2 de Blow y Berggren (Berggren, 1972) queda incluida en la Zona T-5.

ZONA T-6

Zona de Intervalo

Globorotalia pusilla/Globorotalia pseudomenardii

Definición.—Intervalo comprendido entre la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia pusilla* Bolli y el biohorizonte marcado por la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia pseudomenardii* Bolli.

Observaciones.—La Zona T-6 es en esencia la

SERIE	ZONA	INTERVALO	
OLIGOCENO	T-23	T <i>Globorotalia cocoaensis</i> / \perp <i>Globigerina ciproensis</i>	
EOCENO	SUPERIOR	T-22	T <i>Globorotalia cerroazulensis</i> / T <i>Globorotalia cocoaensis</i>
		T-21	\perp <i>Globorotalia cocoaensis</i> / T <i>Globorotalia cerroazulensis</i>
		T-20	T <i>Truncorotaloides rohri</i> / \perp <i>Globorotalia cocoaensis</i>
	MEDIO	T-19	\perp <i>Globorotalia cerroazulensis</i> / T <i>Truncorotaloides rohri</i>
		T-18	T <i>Globorotalia frontosa</i> / \perp <i>Globorotalia cerroazulensis</i>
		T-17	T <i>Globorotalia aragonensis</i> / T <i>Globorotalia frontosa</i>
		T-16	\perp <i>Globorotalia passagnoensis</i> / T <i>Globorotalia aragonensis</i>
	INFERIOR	T-15	T <i>Hanthenina aragonensis</i> / \perp <i>Globorotalia passagnoensis</i>
		T-14	\perp <i>Hanthenina aragonensis</i> / T <i>Hanthenina aragonensis</i>
		T-13	\perp <i>Globorotalia frontosa</i> / \perp <i>Hanthenina aragonensis</i>
PALEOCENO	SUPERIOR	T-12	T <i>Globorotalia subbotinae</i> / \perp <i>Globorotalia frontosa</i>
		T-11	\perp <i>Globorotalia aragonensis</i> / T <i>Globorotalia subbotinae</i>
	MEDIO	T-10	T <i>Globorotalia velascoensis</i> / \perp <i>Globorotalia aragonensis</i>
		T-9	\perp <i>Globorotalia subbotinae</i> / T <i>Globorotalia velascoensis</i>
INFERIOR	T-8	T <i>Globorotalia pseudomenardii</i> / \perp <i>Globorotalia subbotinae</i>	
	T-7	\perp <i>Globorotalia pseudomenardii</i> / T <i>Globorotalia pseudomenardii</i>	
	T-6	\perp <i>Globorotalia pusilla</i> / \perp <i>Globorotalia pseudomenardii</i>	
	T-5	\perp <i>Globorotalia conicotruncata</i> / \perp <i>Globorotalia pusilla</i>	
	T-4	\perp <i>Globorotalia uncinata</i> / \perp <i>Globorotalia conicotruncata</i>	
CRETACICO SUPERIOR	INFERIOR	T-3	\perp <i>Globorotalia trinidadensis</i> / \perp <i>Globorotalia uncinata</i>
		T-2	\perp <i>Globigerina doubergensis</i> / \perp <i>Globorotalia trinidadensis</i>
		T-1	\perp <i>Globigerina eugubina</i> / \perp <i>Globigerina doubergensis</i>
CRETACICO SUPERIOR	CS-14	\perp <i>Abathomphalus mayaroensis</i> / \perp <i>Globigerina eugubina</i>	

Figura 3.—División bioestratigráfica del Paleoceno-Eoceno de la Cuenca Tampico-Misantla basada en los foraminíferos planctónicos, mostrando los intervalos establecidos: \perp primera aparición estratigráfica; T, extinción de los taxa.

Zona *Globorotalia pusilla pusilla* de Bolli (1957b, p. 64). El intervalo representado por esta zona está contenido en la Zona P-3 de Blow y Berggren (Berggren, 1972), denominada Zona de Concurrencia *Globorotalia pusilla-Globorotalia angulata*. Como anteriormente se hizo notar, existe cierta discrepancia en cuanto al rango estratigráfico de *Globorotalia angulata* (White), ya que si se considera la opinión de Bolli, *G. angulata* (White) hace su primera aparición estratigráfica considerablemente antes que *G. pusilla* Bolli, por lo que la Zona P-3 en el sentido de Blow y Berggren comprendería únicamente el intervalo donde ambas especies concurren. El límite superior de la Zona T-6 es básicamente el mismo que el de la Zona P-3 de Blow y Berggren, es decir, el datum establecido por la primera aparición de *Globorotalia pseudomenardii* Bolli.

ZONA T-7

Zona de Rango Total*

Globorotalia pseudomenardii

Definición.—Es el paquete de estratos unificados por la presencia del taxon nominal.

Observaciones.—La Zona T-7 corresponde a la Zona *Globorotalia pseudomenardii* de Bolli (1957b) y a la Zona P-4 de Blow y Berggren (*In: Berggren, 1972*).

De acuerdo con Luterbacher (1975), el biohorizonte definido por la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia pseudomenardii* Bolli, también corresponde al de la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia velascoensis* (Cushman). Por otra parte, de acuerdo con Bolli, la *G. velascoensis* (Cushman) aparece por primera vez dentro de la Zona T-6.

ZONA T-8

Zona de Intervalo

Globorotalia pseudomenardii/Globorotalia subbotinae

Definición.—Intervalo definido por los biohorizontes dados por la extinción de *Globorotalia pseudomenardii* Bolli y la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia subbotinae* Morozova.

Observaciones.—La parte inferior de la Zona *Globorotalia velascoensis* de Bolli (1957b) es equivalente al intervalo representado por la Zona T-8. Al mismo tiempo, la Zona de Rango Parcial *Globorotalia velascoensis* (Zona P-5 de Blow y Berggren, (*In: Berggren, 1972*)), corresponde al lapso representado por la Zona T-8.

ZONA T-9

Zona de Intervalo

Globorotalia subbotinae/Globorotalia velascoensis

Definición.—Intervalo definido por los biohorizontes dados por la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia subbotinae* Morozova y la extinción de *Globorotalia velascoensis* (Cushman).

Observaciones.—El lapso representado por la

Zona T-9 está contenido en la parte superior de la Zona *Globorotalia velascoensis* de Bolli (1957b) y, al mismo tiempo, es equivalente a la Zona P-6a de Blow y Berggren (*in: Berggren, 1972*), definida por la concurrencia de las especies nominales.

ZONA T-10

Zona de Intervalo

Globorotalia velascoensis/Globorotalia aragonensis

Definición.—Intervalo comprendido entre la extinción de *Globorotalia velascoensis* (Cushman) y el datum representado por la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia aragonensis* Nuttall.

Observaciones.—La Zona T-10 incluye tanto la Zona *Globorotalia edgari* como la Zona *Globorotalia subbotinae* del esquema zonal de Bolli. La introducción de un intervalo representado por la extinción de *G. edgari* Bolli y Premoli-Silva en la secuencia mexicana es por el momento un tanto dudosa, ya que hasta la fecha no se han logrado identificar con propiedad ejemplares que puedan atribuirse sin duda a esta especie. De ser así, la Zona T-10 muy bien podría subdividirse en dos: la parte inferior correspondería al intervalo *Globorotalia velascoensis/Globorotalia edgari* y la parte superior al intervalo *Globorotalia edgari/Globorotalia aragonensis*.

Dado que este intervalo está representado en México por la Formación Chicontepec, constituida por sedimentos de facies flysch, resulta un tanto difícil encontrar fauna bien preservada, por lo que se necesitaría de un estudio detallado para localizar la presencia de *Globorotalia edgari* Bolli y Premoli-Silva.

La Zona P-6 de Blow y Berggren (*In: Berggren, 1972*) es en su mayor parte correlativa con la parte alta de la Zona T-10, ya que su límite superior coincide con el datum dado por la primera aparición de *Globorotalia aragonensis* Nuttall.

ZONA T-11

Zona de Intervalo

Globorotalia aragonensis/Globorotalia subbotinae

Definición.—Lapso comprendido entre la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia aragonensis* Nuttall y la extinción de *Globorotalia subbotinae* Morozova.

Observaciones.—La Zona T-11 representa un intervalo estratigráfico muy corto, siendo correlativa con la parte inferior de la Zona *Globorotalia formosa formosa* y la parte inferior de la Zona *Globorotalia aragonensis* de Bolli (1957b). También es probable que la Zona de Rango Parcial *Globorotalia formosa* (P-7) de Blow y Berggren (*In: Berggren, 1972*) corresponda al intervalo representado por la Zona T-11.

ZONA T-12

Zona de Intervalo

Globorotalia subbotinae/Globorotalia frontosa

Definición.—Intervalo definido entre los biohorizontes dados por la extinción de *Globorotalia subbotinae* Morozova y la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia frontosa* (Subbotina).

Observaciones.—El presente intervalo se ha establecido dada la urgencia de contar con índices zonales más precisos en cuanto a su reconocimiento,

* En el presente artículo se ha empleado el término Zona de Rango para incluir el concepto de *Range-Zone* de la terminología inglesa. No se intenta hacer uso de la traducción literal de la palabra *range* que equivale a alcance en español. Sin embargo, dado que el término Zona de Rango se ha utilizado con mucha frecuencia en la terminología bioestratigráfica mexicana, por el momento se cree conveniente seguir aplicándolo, ya que el empleo de "Zona de Alcance" podría causar confusión.

ya que tanto *Globorotalia subbotinae* Morozova como *Globorotalia frontosa* (Subbotina) son especies que se reconocen con facilidad. En el esquema zonal de Bolli, el tiempo representado por la Zona T-12 está comprendido en la parte inferior de la Zona *Globorotalia aragonensis*. Sin embargo, los índices zonales utilizados por Bolli (1957, 1966) *Globigerina taraubaensis* Brönnimann, *Globigerina turgida* Finlay y *Globorotalia palmerae* Cushman y Bermúdez, presentan inconvenientes taxonómicos e, incluso en el caso de *Globorotalia palmerae* Cushman y Bermúdez, algunos autores han cuestionado su existencia y su *status* dentro de los Globigerinacea siendo muchas veces su presencia esporádica.

A este nivel es difícil precisar la correspondencia de las zonas de Blow y Berggren con el intervalo representado por la Zona T-12.

Los estudios realizados por Luterbacher (1975) en la sección de Possagno, Italia, permiten establecer las siguientes correlaciones con el esquema zonal de Bolli:

1) La extinción de *Globorotalia subbotinae* Morozova ocurre en la parte inferior de la Zona *Globorotalia aragonensis*.

2) La primera aparición de *Globorotalia caucasica* Glaessner ocurre en la parte media de la Zona *Globorotalia aragonensis*.

3) La extinción de *Globorotalia caucasica* Glaessner ocurre en la parte extrema basal de la Zona *Globorotalia palmerae*.

ZONA T-13

Zona de Intervalo

Globorotalia frontosa/Hantkenina aragonensis

Definición.—Intervalo comprendido entre la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia frontosa* (Subbotina) y la primera aparición estratigráfica de *Hantkenina aragonensis* Nuttall.

Observaciones.—El intervalo representado por la Zona T-13 fue referido a la Zona de *Globorotalia palmerae* por Bolli (1957b, p. 156); sin embargo, como antes se dijo, esta especie se presenta en forma esporádica y su posición taxonómica es aún incierta. De la misma manera este intervalo está representado en la Zona *Globorotalia pentacamerata* definida por Krashenninnikov (1965). Es importante hacer notar que, como anteriormente lo expuso Luterbacher (1975), la extinción de *Globorotalia caucasica* Glaessner tiene lugar inmediatamente arriba de la primera aparición de *Globorotalia frontosa* (Subbotina) por lo que también podría utilizarse como biohorizonte para definir la base de la Zona T-13.

ZONA T-14

Zona de Rango Total*

Hantkenina aragonensis

Definición.—Lapso representado por el rango de la especie nominal, desde su aparición hasta su extinción.

Observaciones.—*Hantkenina aragonensis* Nuttall es una de las especies más diagnósticas del Eoceno por lo que se ha utilizado como índice zonal por varios autores. Bolli (1957b, p. 158) fue el primero en utilizar el rango total de *H. aragonensis* Nuttall para definir un horizonte estratigráfico.

Blow y Berggren (*In*: Berggren, 1972), también utilizan esta especie como índice zonal aunque definiendo una zona de rango parcial.

La primera aparición de los miembros de *Hantkenina* (*H. aragonensis* Nuttall) ha servido como un *datum* para situar la base del Eoceno medio. Este punto de referencia es válido, al menos en las bajas latitudes.

ZONA T-15

Zona de Intervalo

Hantkenina aragonensis/Globorotalia possagnoensis

Definición.—Intervalo comprendido entre la extinción de *Hantkenina aragonensis* Nuttall y la primera aparición evolutiva de *Globorotalia possagnoensis* Toumarkine y Bolli.

Observaciones.—Tanto la parte inferior de la Zona *Globigerapsis kugleri* de Bolli (1957b, p. 158) como la parte superior de la Zona *Globorotalia cerroazulensis frontosa* de Toumarkine y Bolli (1970) quedan comprendidas en la Zona T-15.

ZONA T-16

Zona de Intervalo

Globorotalia possagnoensis/Globorotalia aragonensis

Definición.—Intervalo representado por la concurrencia de las especies nominales, desde la primera aparición evolutiva de *Globorotalia possagnoensis* Toumarkine y Bolli hasta la extinción de *Globorotalia aragonensis* Nuttall.

Observaciones.—La parte superior de la Zona *Globigerapsis kugleri* de Bolli (1957b, p. 158), así como también la parte inferior de la Zona *Globorotalia cerroazulensis possagnoensis* de Toumarkine y Bolli (1970), están contenidas en el intervalo representado por la Zona T-16. De la misma manera, la Zona P-11 de Blow (1969), es parcialmente equivalente a la Zona de Intervalo *Globorotalia possagnoensis/Globorotalia aragonensis* del presente estudio.

ZONA T-17

Zona de Intervalo

Globorotalia aragonensis/Globorotalia frontosa

Definición.—Intervalo definido por los biohorizontes dados por la extinción de las especies nominales.

Observaciones.—La Zona *Globorotalia lehneri* de Bolli (1957b, p. 158), así como la parte superior de la Zona *Globorotalia cerroazulensis possagnoensis* Toumarkine y Bolli (1970), equivalen al intervalo definido por la Zona T-17. Al mismo tiempo, la Zona de Rango Parcial *Globorotalia lehneri* (P-12) de Blow (1969) queda comprendida en este intervalo.

La extinción de *Globorotalia possagnoensis* Toumarkine y Bolli parece ocurrir en la parte media de esta zona, permitiendo marcar un biohorizonte que podría quizás utilizarse para subdividir la Zona T-17 en dos partes; por el momento, no se ha podido precisar si este biohorizonte podía aplicarse a una escala regional.

ZONA T-18

Zona de Intervalo

Globorotalia frontosa/Globorotalia cerroazulensis

* Ver nota al pie de la página 122.

Definición.—Intervalo definido desde la extinción de *Globorotalia frontosa* (Subbotina) hasta la primera aparición evolutiva de *Globorotalia cerroazulensis* (Cole).

Observaciones.—La Zona *Globorotalia cerroazulensis pomeroli* de Toumarkine y Bolli (1970), corresponde enteramente al intervalo representado por la Zona T-18. Por otra parte, la Zona *Orbulinoides beckmani* (*Porticulasphaera mexicana*) de Bolli (1957b, 1972) y Blow (1969) y la parte inferior de la Zona *Truncorotaloides rohri*, de esos autores, están incluidas en el tiempo representado por la Zona T-18.

ZONA T-19

Zona de Intervalo

Globorotalia cerroazulensis/Truncorotaloides rohri

Definición.—Lapso definido desde la primera aparición evolutiva de *Globorotalia cerroazulensis* (Cole) hasta la extinción de *Truncorotaloides rohri* Brönnimann y Bermúdez.

Observaciones.—La Zona *Truncorotaloides rohri-Globorotalia howei* (P-14) de Blow (1969) y la parte superior de la Zona *Truncorotaloides rohri* de Bolli (1975b) quedan incluidas en el tiempo representado por el intervalo de la Zona T-19. Asimismo, parece ser que la Zona *Globorotalia cerroazulensis pomeroli-Globorotalia cerroazulensis* de Toumarkine y Bolli (1970) son equivalentes en tiempo de la Zona T-19.

El *datum* dado por la extinción de *Truncorotaloides rohri* Brönnimann y Bermúdez se ha considerado como la base del Eoceno superior (Bolli, 1972), así como la cima del Lutetense por Berggren (1972).

ZONA T-20

Zona de Intervalo

Truncorotaloides rohri/Globorotalia cocoaensis

Definición.—Intervalo definido por la extinción de *Truncorotaloides rohri* Brönnimann y Bermúdez y la primera aparición evolutiva de *Globorotalia cocoaensis* Cushman.

Observaciones.—La Zona *Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis* del esquema presentado por Toumarkine y Bolli (1970) está íntegramente contenida en el intervalo representado por la Zona T-20. En cuanto al esquema zonal de Blow, parece ser que la Zona P-15 cae dentro del intervalo de la Zona *Truncorotaloides rohri/Globorotalia cocoaensis*, ya que el *datum* definido por la extinción de *Truncorotaloides rohri* delimita la base de la Zona P-15 de ese autor.

ZONA T-21

Zona de Intervalo

Globorotalia cocoaensis/Globorotalia cerroazulensis

Definición.—Intervalo comprendido entre los biohorizontes definidos por la primera aparición estratigráfica de *Globorotalia cocoaensis* Cushman y la extinción de *Globorotalia cerroazulensis* (Cole).

Observaciones.—La Zona *Globorotalia cerroazulensis cocoaensis* definida por Toumarkine y Bolli (1970), está íntegramente comprendida en el intervalo representado por la Zona T-21. El límite superior de esta última zona cae en la base de la Zona *Globorotalia cerroazulensis cunialensis* de esos

autores. Sin embargo, en el presente estudio se ha tomado la extinción de *Globorotalia cerroazulensis* (Cole) como biohorizonte índice, ya que es una especie bien definida y fácil de reconocer en los sedimentos mexicanos. Por otra parte, la *Globorotalia cunialensis* Toumarkine y Bolli puede representar ciertas dificultades para separarse de su supuesto ancestro *Globorotalia cerroazulensis* Cole; al mismo tiempo, sus creadores Toumarkine y Bolli (1975) han hecho ver que esta especie es rara en la sección de Possagno, Italia.

ZONA T-22

Zona de Intervalo

Globorotalia cerroazulensis/Globorotalia cocoaensis

Definición.—Intervalo definido entre los biohorizontes dados por la extinción de los taxa nominales.

Observaciones.—Este intervalo también puede definirse por la extinción de *Globorotalia cerroazulensis* (Cole) y la extinción de los miembros del género *Hantkenina*, ya que en los materiales mexicanos éstos son frecuentes y permiten de esta manera utilizar con precisión el *datum* extinción de *Hantkenina*.

Por el momento es difícil saber con exactitud la equivalencia de la zonificación de Blow (1969) con el presente intervalo, muy probablemente las zonas P-16 y P-17 de ese autor quedan incluidas entre las Zonas T-21 y T-22.

En cuanto a la zonificación de Bolli (1966); la parte superior de la Zona *Globorotalia cerroazulensis* s.l., así como también la parte superior de la Zona *Globorotalia cerroazulensis cunialensis* de Toumarkine y Bolli (1975) quedan incluidas en el presente intervalo.

ZONA T-23

Zona de Intervalo

Globorotalia cocoaensis/Globigerina ciperoensis

Definición.—Intervalo definido desde la extinción de *Globorotalia cocoaensis* Cushman hasta la primera aparición evolutiva de *Globigerina ciperoensis* Bolli.

Observaciones.—Este intervalo también puede definirse por la extinción de los miembros del género *Hantkenina* y la primera aparición estratigráfica de *Globigerina ciperoensis* Bolli. De esta manera, la Zona P-18 de Blow (1969), (Zona de Rango Concurrente *Globigerina tapuriensis* Blow y Banner) queda íntegramente incluida en este intervalo, ya que el *datum* dado por la primera aparición de *Globigerina ciperoensis* Bolli cae en el límite superior de esa zona. Dada la sucesión faunística, se infiere que la Zona *Cassigerinella chipolensis/Pseudohastigerina micra* de Bolli (1957a, 1966) está dentro de los límites del intervalo definido por la Zona T-23.

CRONOESTRATIGRAFIA

Como es el caso de la mayoría de los límites cronoestratigráficos, en la actualidad no existe un acuerdo internacionalmente aceptado sobre el límite Cretácico/Paleoceno, Paleoceno/Eoceno y Eoceno/Oligoceno. Esto, en gran parte, se debe a que en las regiones tipo del Terciario europeo predominan las facies someras donde el contenido de faunas planctónicas es muy escaso, por lo que, en la mayoría de

los casos, los pisos están basados en criterios litológicos.

El límite inferior del Paleoceno en México, es decir, el límite Cretácico/Terciario, ya fue anteriormente discutido por la autora (Gamper, 1977). El límite Paleoceno/Eoceno comúnmente aceptado en muchos países, basado en la sucesión de numulíticos, se coloca en la base de la Zona con *Nummulites planatus*; este límite correspondería a la base de la Zona *Globorotalia formosa formosa*. Por otra parte, el "Colloque sur l'Eocene" (1968) ha propuesto otras dos alternativas: 1) colocar el límite Paleoceno/Eoceno en la base de la Zona *Nummulites fraasi*, que corresponde con el límite entre las zonas de foraminíferos planctónicos de *Globorotalia velascoensis* y *Globorotalia pseudomenardii*; 2) que el límite Paleoceno/Eoceno quede definido por el límite entre los pisos *Thanetense/Sparracense* de la Cuenca de París.

Desafortunadamente, ninguno de los dos límites se ha empleado universalmente, el último es meramente local y basado en secuencias de mamíferos. El primer límite tiene limitaciones por basarse fundamentalmente en faunas bentónicas. En cuanto al límite Eoceno/Oligoceno propuesto en la Cuenca de París, es decir el límite entre el "Gypse de Montmartre" y la "Argile Verte" obviamente es sólo de uso local.

De esta manera, los límites entre las Series han quedado abiertos al debate, causando grandes problemas de correlación cuando se intenta aplicar la nomenclatura europea a las secuencias terciarias mexicanas. Asimismo, la subdivisión en Pisos de las Series es meramente de uso local y aún se necesita de mucho trabajo interdisciplinario basado en criterios múltiples (varios grupos de fósiles) para llegar a establecer una escala cronoestratigráfica de uso mundial.

Recientemente Berggren (1972) ha propuesto un esquema cronoestratigráfico de referencia que es el resultado de un análisis exhaustivo de la historia y desarrollo de la nomenclatura cronoestratigráfica. Este autor (*op. cit.*) ha establecido con bastante precisión la subdivisión del Paleoceno y Eoceno en pisos, llegando al mismo tiempo a calcular, de una manera bastante aproximada, la duración en millones de años de cada uno de ellos. Por su parte, Cavelier y Pomerol (1977) han intentado la proposición de un esquema estratigráfico "estándar" para el Paleoceno. Los límites entre las Series Paleoceno y Eoceno son en esencia los mismos establecidos por Berggren (1972); sin embargo, los primeros autores insisten en el uso de pisos incluyendo el Ilerdense en la base del Eoceno, considerando que el límite Paleoceno/Eoceno debería colocarse en el límite Ilerdense/Thanetense. Esta proposición trae consigo serios problemas de correlación ya que el límite inferior del Ilerdense contiene aún *Globorotalia velascoensis*, cuya extinción es clásicamente considerada como índice para delinear el límite Paleoceno/Eoceno. Pomerol (1975), al insistir en la proposición de que el Ilerdense sea considerado como el límite Paleoceno/Eoceno, apela a lo establecido en la "International Stratigraphic Guide", en el sentido que si una Serie es dividida en pisos sus límites deben estar delineados por los límites de los pisos.

Es de hacerse notar, que en el caso de los pisos terciarios, el Ilerdense en particular, no tienen un contexto cronoestratigráfico sino más bien litoestratigráfico (en el sentido de la "International Stratigraphic Guide"), por lo que aquí no se aplica el concepto de "límite entre pisos como límite entre series".

La posibilidad de situar el límite Paleoceno/Eoceno en la base del Ilerdense había sido analizada antes que Pomerol (*op. cit.*) por Hay (1969). Este último autor también hizo notar que ese límite, basado en el límite inferior del Ilerdense, presenta problemas muy serios puesto que la secuencia de abajo del Ilerdense no es marina, es decir, no es una sección continua. De la misma manera Hay (1969) hace resaltar que el límite Paleoceno/Eoceno en la base del Cuisense de la cuenca parisina presenta la misma inconveniencia ya que su base descansa sobre una sección no marina.

Los esquemas cronoestratigráficos propuestos por el "Colloque sur l'Eocene" (1968), Berggren (1972) y Cavelier y Pomerol (1977) se han recopilado en la Figura 4. A simple vista resaltan obvias diferencias entre esos esquemas. Estas deficiencias en la cronoestratigrafía europea han traído como consecuencia el abandono de la nomenclatura europea por parte de los bioestratígrafos que se ocupan de las faunas de foraminíferos planctónicos (Bolli, 1957a, 1966, 1972; Luterbacher, 1964, 1975, Toumarkine y Bolli, 1970, 1975; Martini, 1970). Después de analizar los diversos criterios bioestratigráficos en uso, para los fines prácticos de correlación y determinaciones bioestratigráficas entre las diversas provincias terciarias de México, se establece en el presente estudio la siguiente subdivisión:

Berggren, 1972			Cavelier y Pomerol, 1977		
EOCENO	SUPERIOR	BARTONENSE	EOCENO	SUPERIOR	PRIABONENSE
		BRIABONENSE		SUPERIOR	BARTONENSE
	MEDIO	LUTETENSE		MEDIO	LUTETENSE
	INFERIOR	YPRESENSE	INFERIOR	CUISENSE	YPRESENSE
			INFERIOR	ILERDENSE	
PALEOCENO	SUPERIOR	THANETENSE	PALEOCENO	THANETENSE	
	INFERIOR	DANENSE		DANENSE	
C.S.		MAESTRICHTENSE			

Figura 4.—Esquemas cronoestratigráficos del Paleoceno-Eoceno en uso.

Límite Cretácico/Terciario.—Cima de la Zona de intervalo *Abathomphalus mayaroensis/Globigerina eugubina*, propuesto por Gamper (1977).

Límite Paleoceno/Eoceno.—Base de la Zona de intervalo *Globorotalia velascoensis/Globorotalia aragonensis* (Zona T-10). Este criterio es el que más frecuentemente se emplea en trabajos de bioestratigrafía basados en foraminíferos planctónicos. Fue primeramente propuesto por Bolli (1957a), posteriormente adoptado por Blow (1969), y más recientemente por Berggren (1972). Este límite también coincide con el *datum* primera aparición de *Pseudohastigerina*.

Límite Eoceno/Oligoceno.—Base de la Zona de intervalo *Globorotalia cocoaensis/Globigerina ciproensis* (Zona T-23). Este límite también puede determinarse inmediatamente por encima del *datum* extinción de *Hantkenina*. El criterio que aquí se emplea para delinear el límite Eoceno/Oligoceno es básicamente el mismo propuesto por Berggren (1972) y coincide con la base de la Zona *Cassigerinella chipolensis/Hastigerina micra* del esquema zonal de Bolli (1966).

La división tripartita de cada una de las Series en inferior, medio y superior es exclusivamente convencional y se adopta en el presente estudio para facilitar su comprensión. Por otra parte, esta subdivisión ha sido establecida en base a la sucesión de foraminíferos planctónicos (Bolli, 1966).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El establecimiento de zonas de intervalo (International Stratigraphic Guide, 1976) es sin duda el método más práctico de trabajar en bioestratigrafía, permitiendo reconocer con cierta facilidad lapsos estratigráficos que hacen posible la determinación bioestratigráfica de las secuencias litológicas. En el Paleoceno-Eoceno de la Cuenca Tampico-Misantla se reconocen 22 intervalos basados en las apariciones y extinciones estratigráficas de especies de foraminíferos planctónicos taxonómicamente estables. La creación de una nomenclatura bioestratigráfica propia para el terciario mexicano tiene la ventaja de que su aplicación en los estudios estratigráficos locales es de mayor utilidad, permitiendo correlaciones de los mismos eventos en diferentes áreas. Por lo contrario, la adopción de esquemas bioestratigráficos elaborados en otras regiones podrían causar serios problemas si se aplican íntegramente en México, ya que, como se ha demostrado, los foraminíferos planctónicos varían considerablemente aún dentro de un mismo dominio paleogeográfico.

Idealmente los límites conoestratigráficos a nivel de Serie, deberían de definirse con la primera aparición de especies planctónicas en secuencias bien expuestas, donde tanto arriba como abajo del límite existan abundantes conjuntos de faunas planctónicas. Este procedimiento fue propuesto por el Congreso Geológico Internacional para definir el límite Plioceno/Pleistoceno (Bolli *et al.*, 1968). Los límites conoestratigráficos definidos de esta manera permiten su reconocimiento mundial asegurando el concepto conoestratigráfico de la Serie. Sin duda alguna, este es el procedimiento más adecuado para establecer unidades conoestratigráficas universales. Desafortunadamente, en el caso de los límites de las

series que nos conciernen no existe un criterio unánime basado en primeras apariciones, por lo que se optó por usar criterios bioestratigráficos para delinear los límites Paleoceno/Eoceno y Eoceno/Oligoceno, habiéndose tomado el que con más frecuencia se emplea (Figura 2). Así, el límite Paleoceno/Eoceno se considera en la base del *datum* dado por la extinción de *Globorotalia velascoensis* o en la base del *datum* primera aparición de *Pseudohastigerina*. El límite Eoceno/Oligoceno se colocó inmediatamente arriba del *datum* extinción de *Hantkenina* o bien del *datum* extinción del linaje *cerroazulensis*.

El límite Paleoceno/Eoceno propuesto por Cavellier y Pomerol (1977), es decir, en la base del Ilerdense, presenta serios inconvenientes: Primero, porque este límite está basado en un concepto meramente litológico, ya que el Ilerdense en su área tipo se designó en base a su litología y posteriormente se estableció su contenido faunístico (Colloque sur l'Ilerden, 1974). Por otra parte, de aceptarse ese límite, se presentaría el serio problema de que los límites del Ilerdense no coinciden con el límite inferior o superior de ninguna de las zonas de fósiles planctónicos, con lo que su caracterización queda incompleta. Finalmente, parece que los términos Ilerdense y Cuisense son innecesarios, ya que ambos están contenidos en el concepto de tiempo del Ipresense. Sin embargo, la decisión final con respecto a la validez de los términos conoestratigráficos le corresponde a la Comisión Internacional sobre el Paleoceno.

En cuanto al límite Eoceno/Oligoceno, puede decirse que los estratotipos limítrofes están mejor expuestos. Sin embargo, también presentan el problema de carecer de continuidad en facies francamente marinas, por lo que no son ideales para establecer un patrón internacional de referencia.

De acuerdo con Berggren (1972) el *datum* dado por la extinción de *Hantkenina* queda en la base del Latorfense definiendo así el límite Eoceno/Oligoceno. En México los miembros de *Hantkenina* son abundantes y permiten reconocer ese *datum* por lo que se ha utilizado como plano de referencia para situar el límite Eoceno/Oligoceno.

El análisis microfaunístico llevado a cabo en el presente estudio permitió obtener las siguientes determinaciones bioestratigráficas: a) la parte extrema superior de la Formación Méndez del área de Tampico es referible a la Zona T-1; b) la Formación Velasco representa el intervalo desde la Zona T-1 hasta la Zona T-8, aunque su localidad tipo representa únicamente la Zona T-7; c) la Formación Chicontepec contiene el intervalo representado desde la Zona T-9 hasta la Zona T-12; d) la Formación Aragón representa el lapso comprendido entre las zonas T-12 y T-13; e) la Formación Tempoal contiene el intervalo representado desde la Zona T-14 hasta la Zona T-18; y f) la Formación Chapopote representa el lapso definido desde la Zona T-18 hasta la Zona T-22.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Allmarina, V. P., 1963, Algunas peculiaridades en el desarrollo de los foraminíferos planctónicos y la zonación del Paleogeno Inferior del Norte del Cáucaso: Vopr. Mikropal., v. 7, p. 158-195 (en ruso).

- Berggren, W. A., 1969, Rates of evolution in some Cenozoic planktonic foraminifera: *Micropaleontology*, v. 15, p. 351-365.
- 1972, A Cenozoic time-scale; some implications for regional geology and paleobiogeography: *Lethaia*, v. 5, p. 195-215.
- Blow, W. H., 1969, Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy: *Internal. Conf. Plank. Microfossils*, 1. Geneva, 1967, *Proc.*, p. 199-222.
- Bolli, H. M., 1957a, The genera *Globigerina* y *Globorotalia* in the Paleocene-lower Eocene Lizard Spring Formation of Trinidad, B.W.I.: *U.S. Nat. Mus. Bull.* 215, p. 61-81.
- 1957b, Planctonic foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando formations of Trinidad: *U.S. Nat. Mus. Bull.* 215, p. 155-172.
- 1966, Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera: *Bol. Assoc. Venez. Min. Petr.*, v. 9, p. 2-32.
- 1972, The genus *Globigenatheka* Brönnimann: *Jour. Foraminif. Research*, v. 2, p. 109-130.
- Bolli, H. M., Bourdreaux, J. E., Emiliani, C., Hay, W. W., Hurley, R. J. y Jones, J. I., 1968, Biostratigraphy and paleotemperatures of a section drilled and cored on the Nicaragua Rise by the vessel *Submarex* (Expedition *Submarex* 6301): *Geol. Soc. America Bull.*, v. 79, p. 4459-470.
- Cavelier, C., y Pomerol, E., 1977, Proposition d'une échelle stratigraphique standard pour le Paléogène: *News. Stratigr.*, v. 6, p. 56-65.
- Cole, W. S., 1927, A foraminiferal fauna from the Guayabal Formation in Mexico: *Bull. Amer. Paleont.*, v. 14 n. 51, p. 1-46.
- 1928, A foraminiferal fauna from the Chapopote Formation in Mexico: *Bull. Amer. Paleont.*, v. 14, n. 53, p. 3-33.
- Colloque sur l'Eocene, 1968, Proposition: *Bur. Rech. Geol. Min. (Francia)*, Mem. 69, p. 459-465.
- Colloque sur l'Ilerdien, 1974 (1975), Le contenu de l'Ilerdien et sa place dans le Paléogène: *Soc. Géol. France*, v. 17, p. 123-223.
- Cushman, J. A., 1925a, New foraminifera from the upper Eocene of Mexico: *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, v. 1, p. 4-9.
- 1925b, Some new foraminifera from the Velasco Shale of Mexico: *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, v. 1, p. 18-23.
- 1926, Some foraminifera from the Mendez of eastern Mexico: *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, v. 1, p. 16-26.
- 1927, New and interesting foraminifera from Mexico and Texas: *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, v. 3, p. 111-119.
- Douglas, R. G. y Savin, S. M., 1972, Depth stratification in Tertiary and Cretaceous planktonic foraminifera: *Geol. Soc. America, Abstracts with Programs*, v. 4, p. 49 (Resumen).
- Douglas, R. G., y Savin, S. M., 1973, Oxygen and carbon isotope analyses of Cretaceous and Tertiary foraminifera from the central North Pacific: *In: Initial Repts. Deep Sea Drilling Project (U.S. Government Printing Office, Washington)*, v. 17, p. 591-605.
- Gamper, M. A., 1977, Acerca del límite Cretácico-Terciario en México: *Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista*, v. 1, p. 23-27.
- Hay, W. W., 1969, On defining boundaries between the Paleocene, Eocene, and Oligocene: *In: Colloque sur l'Eocene*, Paris, 1968, *Bur. Res. Geol. Min. (Francia)*, Mém. 69, p. 197-198.
- Hillebrandt, A. von, 1962, Das Paleozän und seine Foraminifern-fauna im Becken von Reichenhall und Salzburg: *Bayer. Akad. Wiss., Math., Naturwiss. Kl., Abh., N.F.*, v. 104, p. 1-119.
- 1965, Foraminiferen-stratigraphie im alttertiär von Zumaya (Provinz Guipuzcoa, NW Spanien) und ein Vergleich mit anderen Tethys-Gebieten: *Bayer. Akad. Wiss., Math. Naturwiss. Kl., Abh., N.F.*, v. 123, p. 1-62.
- International Stratigraphic Guide, 1976, A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Procedure: *International Subcommission on Stratigraphic Classification of IUGS Commission on Stratigraphy*, H. D. Hedberg, ed., Wiley and Sons, New York, 200 p.
- Jenkins, D. G., 1965, Planktonic foraminiferal zones and new taxa from the Danian to lower Miocene of New Zealand: *N. Z. Jour. Geol. Geophys.*, v. 8, p. 1088-1126.
- Kennett, J. P., 1973, Middle and late Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy of the South-west Pacific-DSDP Leg 21: *In: Initial Repts. Sea Drilling Project, (U.S. Government Printing office, Washington)*, v. 21, p. 575-639.
- Krashenninikov, V. A., 1965, Bioestratigrafía del Paleogeno del Mediterráneo del Este: *Akad. Nauk. SSSR., Geol. Inst. Trudy*, v., 133 p. (en ruso).
- Longoria, J. F., 1977, Bioestratigrafía del Cretácico Superior basada en foraminíferos planctónicos: *Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista*, v. 1, p. 10-32.
- López-Ramos, Ernesto, 1956, Visita a las localidades tipo de las formaciones del Eoceno, Oligoceno y Mioceno de la Cuenca Sedimentaria de Tampico-Misantla, en la Llanura Costera del Golfo de México, entre Poza Rica, Ver., Tampico, Tamps. y Ciudad Valles, S.L.P.: *Cong. Geol. Internal.*, 20, México, Excursión C-16, 94 p.
- Luterbacher, H. P., 1964, Studies in some *Globorotalia* from the Paleocene and lower Eocene of the Central Apennines: *Eclog. Geol. Helvetiae*, v. 57, p. 631-730.
- 1975, Planktonic foraminifera of the Paleocene and early Eocene, Possagno Section: *Schweiz. Paläont. Abh.*, v. 97, p. 57-67.
- Luterbacher, H. P., y Premoli-Silva, I., 1964, Bioestratigrafía del límite Cretáceo-Terciario nell' Appennino Centrale: *Rev. Ital. Paleont. Strat.*, v. 70, p. 67-128.
- Martini, E., 1970, Standard Paleogene calcareous nannoplankton zonation: *Nature*, v. 226, no. 5245, p. 560-5661.

- Muir, J. M., 1936, Geology of the Tampico region, Mexico: Tulsa, Am. Assoc. Petroleum Geologists, 280 p.
- Nuttall, W. L. F., 1930, Eocene foraminifera from Mexico: Jour. Paleont., v. 4, p. 271-293.
- 1932, Lower Oligocene foraminifera from Mexico: Jour. Paleont., v. 6, p. 3-35.
- Pomerol, Ch., 1975, La signification de l'Ilerden et l'interest de cet étage dans la stratigraphie du Paleogene mesogéen: Bull. Soc. Geol. France, ser. 7, t. 8, p. 213-217.
- Premoli-Silva, I., y Bolli, H. M., 1973, Late Cretaceous to Eocene planktonic foraminifera and stratigraphy of Leg 15 Sites in the Caribbean Sea: *In*: Initial Repts. Deep Sea Drilling Project, (U.S. Government Printing Office, Washington) v. 15, p. 449-547.
- Robles-Ramos, M. L. Flores-Covarrubias, Clara, 1969, Catálogo ilustrado de los foraminíferos planctónicos utilizados en la zonificación realizada por Bolli, 1966: Inst. Mex. Petróleo, Publ. 69 AE/047, 196 p.
- Shackleton, N. J. y Vella, J. P., 1973, Paleotemperature history of the Cenozoic from oxygen isotope studies in DSDP Leg 29 Symposium. "Marine plankton and sediments" and 3rd. Planktonic Conference, Kiel, abstracts, p. 66.
- Stainforth, R. M., Lamb, W. L., Luterbacher, H., Beard, J. H., y Jeffords, R. M., 1974, Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms: Contr. Paleont. Kansas Univ., Art. 62, 425 p.
- Thalmann, H. E., 1935a, Die Miozäne Tuxpan-Stufe im Gebiete zwischen Rio Tuxpan und Rio Teocolutla (Staat Veracruz, Ost-Mexico): Eclog. Geol. Helvetiae, v. 28, p. 543-546.
- 1935b, Liste der Foraminiferen von der Typus-Lokalität der Miozäne Tuxpan Stufe (Ciudad de Tuxpan, Veracruz, Mexico): Eclog. Geol. Helvetiae, v. 28, p. 602-605.
- Toumarkine, M. y Bolli, H. M., 1970, Evolution de *Globorotalia cerroazulensis* (Cole) dans l'Eocene moyen et supérieur de Passagno (Italie): Rev. Microplaeont., v. 13, p. 131-145.
- 1975, Foraminifères planctoniques de l'Eocene moyen et supérieur de la Coupe de Passagno: Schweiz. Paläont. Abh., v. 97, p. 69-83.
- White, M. P., 1928a, Some index foraminifera of the Tampico Embayment area of Mexico: Jour. Paleont., v. 2, p. 177-215.
- 1928b, Some index foraminifera of the Tampico Embayment area of Mexico: Jour. Paleont., v. 2, p. 280-317.
-