

## BIOESTRATIGRAFIA DEL CRETACICO SUPERIOR BASADA EN FORAMINIFEROS PLANCTONICOS

J. F. Longoria \*

### RESUMEN

Se presenta una zonificación de las calizas del Cretácico Superior mexicano basada en foraminíferos planctónicos. El Cretácico Superior se divide en 14 zonas de foraminíferos. Cuando es posible, el esquema zonal elaborado se calibra con la zonificación estandar de amonitas. En base a la distribución de los foraminíferos planctónicos se establecen los siguientes límites cronoestratigráficos: El límite Albense/Cenomanense se coloca en la base de la Zona CS-1, correspondiendo a la primera aparición estratigráfica de *Thalmaninella evoluta* (Sigal). El límite Cenomanense/Turonense se coloca en la base de la Zona CS-4, correspondiendo a la primera aparición evolutiva de los *Hedbergelloidea biquillados*. El límite Santonense/Campanense se define en la base de la Zona CS-8, correspondiendo con la primera aparición evolutiva de los globotruncanidos monoquillados. El límite Campanense Maestrichtense se sitúa en la cima de la Zona CS-10, correspondiendo a la extinción de *Globotruncanites calcarata*. El límite Maestrichtense/Danense se define en la cima de la Zona CS-14 y corresponde a la primera aparición de *Globigerina eugubina*.

### ABSTRACT

A system of Upper Cretaceous planktonic foraminiferal zonation is presented. The Upper Cretaceous is subdivided into 14 foraminiferal zones. When possible, the elaborated zonal scheme is calibrated with the ammonites zonation. The following boundaries are established based on the distribution of planktonic foraminifera: The Albian/Cenomanian boundary is placed at the base of Zone CS-1; corresponding to the first stratigraphic appearance of *Thalmaninella evoluta* (Sigal). The Cenomanian/Turonian boundary is defined at the base of Zone CS-4, corresponding to the first evolutionary appearance of double-keeled *Hedbergelloidea*. The Santonian/Campanian boundary is defined at the base of Zone CS-8, corresponding to the first evolutionary appearance of single-keeled globotruncanids.

The Campanian/Maestrichtian boundary is placed at the top of Zone CS-10, corresponding to the last stratigraphic occurrence of *Globotruncanites calcarata*. The Maestrichtian/Danian boundary is established at the top of the Zone CS-14, and corresponds to the first appearance of *Globigerina eugubina*.

---

\* Departamento de Geología Instituto de Geología UNAM.

## INTRODUCCION

Los foraminíferos planctónicos se reconocen entre los mejores índices bioestratigráficos en base a los cuales se pueden realizar correlaciones y determinaciones estratigráficas precisas. Sin embargo, hasta la fecha no se ha hecho ningún intento para establecer en México un esquema bioestratigráfico del Cretácico Superior basado en esos microfósiles que permita usarse como un estándar en la correlación de estratos cretácicos. La carencia de tal esquema de zonificación ha hecho difícil la correlación de las secuencias estratigráficas presentes en diversas provincias geológicas del país, las cuales carecen de megafósiles.

Fuera de México se han propuesto diversos esquemas de zonificación del Cretácico Superior basados en los foraminíferos planctónicos. Así, en los últimos diez años se han dado a conocer las zonificaciones elaboradas por Bolli (1951; 1966), Sigal (1967), Pessagno (1967), Barr (1972), Postuma (1971), Cita y Garthner (1971), Premoli-Silva y Bolli (1973) y más recientemente por Van Hinte (1976).<sup>\*</sup> Sin embargo, la carencia de una definición adecuada de la mayoría de esos esquemas zonales restringe su uso y sobre todo, su aplicación al Cretácico mexicano. Al mismo tiempo, el empleo de taxa nominales, los cuáles tienen una definición taxonómica inestable, para construir las zonificaciones hace peligroso el uso de tales esquemas en las determinaciones bioestratigráficas y en muchos casos origina problemas bastante serios en las correlaciones regionales. Por otra parte, la mayoría de las zonificaciones arriba mencionadas están basadas en el estudio de fauna suelta (es decir, ejemplares aislados de las rocas), lo cual dificulta su aplicación al Cretácico mexicano, que por contraste, está representado en su mayoría de los casos por rocas calcáreas muy compactas las cuales no son susceptibles al lavado convencional usado en micropaleontología para obtener la fauna de foraminíferos aislada, por lo que las rocas tienen que estudiarse en sección delgada.

Quizás una de las zonificaciones más completas es aquella elaborada por Pessagno (1967) para el Cretácico de la Planicie Costera del Golfo. Desgraciadamente, Pessagno (*op. cit.*) definió su zonifica-

<sup>\*</sup> Después de que el presente trabajo se había enviado a la imprenta, el autor recibió el trabajo de Van Hinte (A.A.P.G. 1976, Vol. 60, No. 4 pp. 498-516) titulado "A Cretaceous Time Scale". En ese trabajo Van Hinte utiliza una nomenclatura semejante a la usada en este trabajo, es decir emplea nombres cortos derivados del término "Upper Cretaceous" (U.C.) para denominar las zonas establecidas. El presente autor hace hincapié en que las zonas establecidas por Van Hinte no son de ninguna manera las mismas que se definen en este trabajo, y viceversa. Además, las zonas elaboradas por Van Hinte no son unidades formalmente propuestas ni tampoco definidas de acuerdo con las normas establecidas por la "International Stratigraphic Guide". Aún en el caso de que Van Hinte definiera formalmente sus unidades bioestratigráficas, el concepto de zona utilizado por ese autor es completamente diferente al establecido en el presente trabajo. La aplicación de la zonificación elaborada por Van Hinte al Cretácico Superior mexicano es inadecuada y conduciría a serios errores estratigráficos, ya que está basada en conceptos equivocados de la distribución estratigráfica de los taxa nominales, los cuales al mismo tiempo están mal identificados.

ción en base a zonas de conjunto, restringiendo de esta manera el uso de esa zonificación a los casos en los que se cuenta con un conjunto faunístico completo y por lo tanto, aplicable casi exclusivamente al estudio de muestras deleznales.

La intención del presente trabajo es el proponer un sistema de zonificación basado en el análisis en sección delgada de los foraminíferos planctónicos, que pueda utilizarse como un estándar de referencia en estudios bioestratigráficos del Cretácico Superior mexicano. Con excepción de una, la Zona CS-10, todas las zonas establecidas en el presente estudio son Zonas de Intervalo (ISSC, 1976). Los taxa nominales están taxonómicamente estables; además, las especies nominales tienen una distribución geográfica muy amplia permitiendo la aplicación de este esquema zonal en las diferentes provincias geológicas del país.

## MATERIAL UTILIZADO EN EL ESTUDIO

La zonificación que aquí se propone es el resultado del estudio detallado de varias secciones estratigráficas localizadas en una amplia extensión geográfica; así como también del estudio taxonómico comparativo de los foraminíferos planctónicos en ejemplares aislados y la elaboración de secciones delgadas orientadas obtenidas de ejemplares correctamente identificados.

La elaboración de la zonificación se basó en las observaciones obtenidas del estudio de las siguientes secciones estratigráficas:

- 1) Secciones en México
  - a) Cerro de la Silla, Nuevo León
  - b) Sierra de Picachos, Nuevo León
  - c) Sierra de Tamaulipas, Tamaulipas
  - d) Sierra de San Julián, Zacatecas
  - e) Sierra Norte de Puebla, Puebla
- 2) Secciones fuera de México
  - a) Sección estratigráfica compuesta del Cretácico Superior de la parte central de Texas.
  - b) Secuencias cretácicas obtenidas en las perforaciones del buque oceanográfico Glomar Challenger durante los cruces 1, 15, 16, 17, 30, 31, 32, 33, 39 y 40.

La localidad geográfica exacta, así como la descripción de las secciones estratigráficas estudiadas se citan en el Apéndice.

## METODOS DE INVESTIGACION

La primera fase de la presente investigación consistió en el análisis taxonómico detallado de los foraminíferos planctónicos obtenidos de muestras deleznales. Esta fase se realizó en la Universidad de Texas, utilizando el material de las secciones estratigráficas medidas que fueron objeto de las excursiones del Primer Coloquio Interamericano de Micropaleontología.

Una vez identificadas todas las especies presentes en las muestras de Texas se hicieron estudios taxonómicos comparativos de las especies identificadas con los tipos primarios depositados en el U.S. National Museum, Washington, D. C.; Colecciones Micropaleontológicas de la Universidad de Texas; el British Museum of Natural History de Londres; la colección micropaleontológica de la Société Nationale des Pétroles de Aquitania, Pau, Francia y del Museo de Historia Natural de Suecia. Terminado el estudio taxonómico y sistemático comparativo de los foraminíferos planctónicos, se procedió a la elaboración de cortes axiales de cada una de las especies reconocidas.

Los cortes axiales fueron elaborados de acuerdo con el método descrito por Longoria-Treviño (1968). De cada una de las especies se hicieron de 15 a 35 cortes, lo que permitió reconocer las características morfológicas que distinguen a cada una de las especies.

Después de haber obtenido la descripción y caracterización morfológica de cada una de las especies en sección delgada (cortes axiales) se inició una segunda fase de la investigación. Esta fase consistió en la medición y muestreo detallado de las secciones estratigráficas en México. De cada muestra de caliza se obtuvieron un mínimo de cinco láminas delgadas en las cuales se identificó la fauna presente. También se estudiaron las faunas aisladas obtenidas de intercalaciones de rocas deleznable presentes en algunas formaciones.

Finalmente, se obtuvo un marco bioestratigráfico en el cual se integró la distribución de las especies identificadas.

#### DIVISIONES DEL SISTEMA CRETACICO

La subdivisión cronoestratigráfica del Sistema Cretácico es hipartita, reconociéndose el Cretácico Inferior y el Cretácico Superior. Cada una de estas Series formada por seis pisos (Figura 1). Por otra parte, existe en uso común (Termier y Termier, 1960 p. 301) la subdivisión tripartita del Sistema Cretácico, es decir, Eocretácico, Mesocretácico y Neocretácico; sin embargo, debe aclararse que esta subdivisión es informal, refiriéndose sobre todo a ciclos de depósito de facies predominantes durante un lapso de tiempo. Así, el Eocretácico, en el sentido de Termier y Termier (*op. cit.*), corresponde a una fase que se inicia al cierre del Jurásico y culmina en el Aptense-Albense; el Mesocretácico, transgresivo, se desarrolla en facies especializadas de las cuales la facies de rudistas es la más notable, esta fase culmina entre el Turonense-Coniacense; por último, el Neocretácico, caracterizado por la facies tan particular como lo es la creta, esta fase culmina al cierre del Cretácico o principios del Danense.

En México existe aún la tendencia hacia la división tripartita del Sistema Cretácico. López-Ramos (1974, p. 404) hace uso de esta subdivisión utilizando los términos Cretácico Inferior, Medio y Superior. Debe hacerse notar aquí que esta división informal no corresponde a la división tripartita arriba mencionada. Por ejemplo, el Cretácico Medio que comúnmente se menciona en México (López-Ramos, 1974, p. 404) incluye el Albense-Cenomanense de

la escala europea, pero no tiene su equivalencia con el Mesocretácico de uso común en la nomenclatura francesa.

La subdivisión tripartita del Cretácico americano es decir, el reconocimiento de las Series Coahuiliana, Comancheana y Gulfiana, está basada en criterios paleontológicos que permiten considerar estas Series como unidades cronoestratigráficas formales; sin embargo el uso de esta división tripartita ha quedado relegada en la nomenclatura estratigráfica mexicana. La subdivisión formal del Sistema Cretácico en pisos se compila aquí en la Figura 1.

#### BIOESTRATIGRAFIA

Los estudios bioestratigráficos dependen en gran medida de la sistemática de grupo o grupos fósiles en los que están basados. La clasificación y sistemática de los foraminíferos planctónicos cretácicos es muy complicada. Antes del estudio monográfico de Pessagno (1967) parecía imposible intentar cualquier investigación bioestratigráfica seria basada en foraminíferos planctónicos, ya que la posición taxonómica de muchas especies permaneció caótica por casi veinte años. La carencia de estudios taxonómicos comparativos basados en el análisis de ejemplares europeos y americanos impidió, por muchos años, el reconocimiento de los mismos taxos en ambos continentes. Era muy común encontrar en la literatura que especies originalmente descritas en Europa fueran equivocadamente identificadas en América y viceversa.

Afortunadamente, el conocimiento sobre la taxonomía y sistemática de los foraminíferos planctónicos del Cretácico ha progresado en los últimos diez años, permitiendo en la actualidad realizar subdivisiones bioestratigráficas detalladas, las cuales pueden usarse dentro de una amplia escala geográfica.

Un análisis taxonómico detallado de los foraminíferos planctónicos del Cretácico Superior está fuera del campo del presente trabajo. Para la determinación del material se utilizó la clasificación esbozada por Longoria y Gamper (1975), Longoria (1974) y se adoptó la descripción taxonómica detallada de las especies más comunes dada por Pessagno (1967). La distribución estratigráfica de especies seleccionadas se muestra en las Figuras 3 y 4.

#### Zonificación Estandar del Cretácico Superior Marino Mexicano Basada en Foraminíferos Planctónicos

De acuerdo con lo establecido en la International Guide for Stratigraphic Classification (ISSC, 1976) las Zonas de Intervalo deberían derivar su nombre de los nombres de los taxos que definen el intervalo. Como consecuencia, el nombre de las zonas resulta muy largo, restringiendo el uso práctico de los esquemas zonales. En la presente zonificación además del nombre formal de la zona se establece una nomenclatura corta dando un nombre corto a cada unidad. Estos nombres cortos de las unidades se derivan de las iniciales del término Cretácico Superior (CS) seguidas de un número para distinguir la posición estratigráfica de cada zona; en cuanto menor es el número, la zona es más vieja. Las zonas se nombran y definen a continuación (Figura 2).

SUBDIVISIONES DEL SISTEMA CRETACICO.				
UNIDADES FORMALES			UNIDADES INFORMALES	
SERIES.		PISOS.	LOPEZ RAMOS 1974	TERMIER Y TERMIER. 1960
S U P E R I O R	G U L F I A N A	MAESTRICHENSE	S U P E R I O R	N E O C R E T A C I C O
		CAMPANENSE		
		SANTONENSE		
		CONIASENSE		
		TURONENSE		
		CENOMANENSE	M E D I O	M E S O C R E T A C I C O
ALBENSE				
I N F E R I O R	COMANCHEANA	APTENSE	I N F E R I O R	E O C R E T A C I C O
	C O A H U I L I A N A	BARREMENSE		
		HAUTERIVENSE		
		VALANGINENSE		
		BERRIASENSE		

Figura 1.—Subdivisiones del Sistema Cretácico comúnmente en uso.

Zonas de Amonitas (CSCSF, 1959)	Pisos	Zonificación Propuesta en este trabajo	Distribución Estratigráfica de los taxa nominales.
X	DANENSE	Globigerina eugubina	
<i>Pachidiscus neubericus</i>	MAESTRICH-TENSE	CS-14	A. mayaroensis A. intermedus G. gansseri pequeñas globigerinas G. eugubina
		CS-13	
		CS-12	
		CS-11	
<i>Bastrychoceras polyploum</i>	CAMPANENSE	CS-10	G. linneiiana G. stuartiformis G. elevata G. calcata
<i>bastrychoplaceticeras vari</i>		CS-9	
<i>Dellawarella Delawarensis</i>		CS-8	
<i>Placenticeras bidorsatum</i>		CS-7	
<i>P. sylvale/ E. sculensis</i>	SANTONENSE	CS-6	D. concavata G. fornicata Globovolutina Rugoglobigerina Planoglobulina
<i>Texanites texanum</i>	CONIASENSE	CS-5	
<i>Parabevhites emscheris</i>		CS-4	
<i>Barroisiceras haberfellneri</i>	TURONENSE	CS-3	
<i>Pachydiscus perampullus</i> R. deveroi/ S. requienianus		CS-2	
		CS-1	
<i>Calycoceras naviculare</i>	CENOMANENSE		
<i>Acanthoceras rhotomagense</i>			
<i>Mantelliceras mantelli</i>			

Figura 2.—Integración del esquema zonal propuesto a la escala cronoestratigráfica europea.

ZONA CS-1

Zona de Intervalo

*Thalmaninella evoluta/Rotalipora montsalvensis*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre el biohorizonte marcado por la primera ocurrencia estratigráfica de *Thalmaninella evoluta* (Sigal) y el biohorizonte definido por la primera aparición estratigráfica de *Rotalipora montsalvensis* Mornod.

**Observaciones.**—La Zona CS-1 corresponde a la base del Cenomanense. La parte inferior de esta zona se caracteriza por la concurrencia del rango estratigráfico de *Thalmaninella evoluta* (Sigal).

*Thalmaninella ticinensis* (Gandolfi), *Ticinella breggiensis* (Gandolfi), *Favusella washitensis* (Carsey), *F. nitida* Michael y *F. hedbergellaeformis* Longoria y Gamper. *Thalmaninella appenninica* (Renz), *Globigerinelloides caseyi* (Bolli et al.) y *G. bentonensis* (Morrow) están siempre presentes a lo largo de la Zona CS-1.

ZONA CS-2

Zona de Intervalo

*Rotalipora montsalvensis/Rotalipora cushmani*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre el biohorizonte marcado por la primera aparición estratigráfica de *Rotalipora montsalvensis*

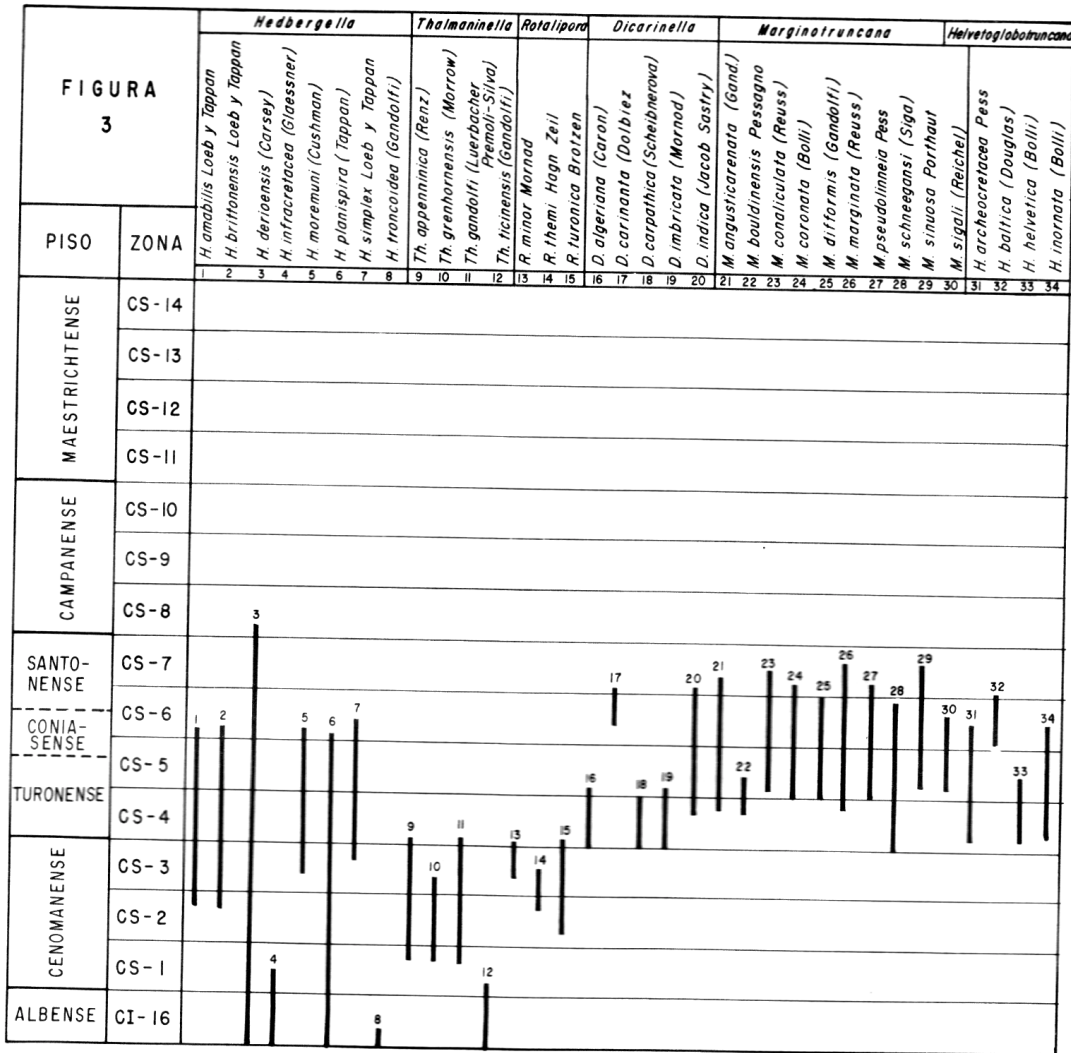


Figura 3.—Distribución estratigráfica de las especies más frecuentes de los géneros *Hedbergella*, *Thalmaninella*, *Rotalipora*, *Dicarinella* y *Helvetoglobotruncana*.

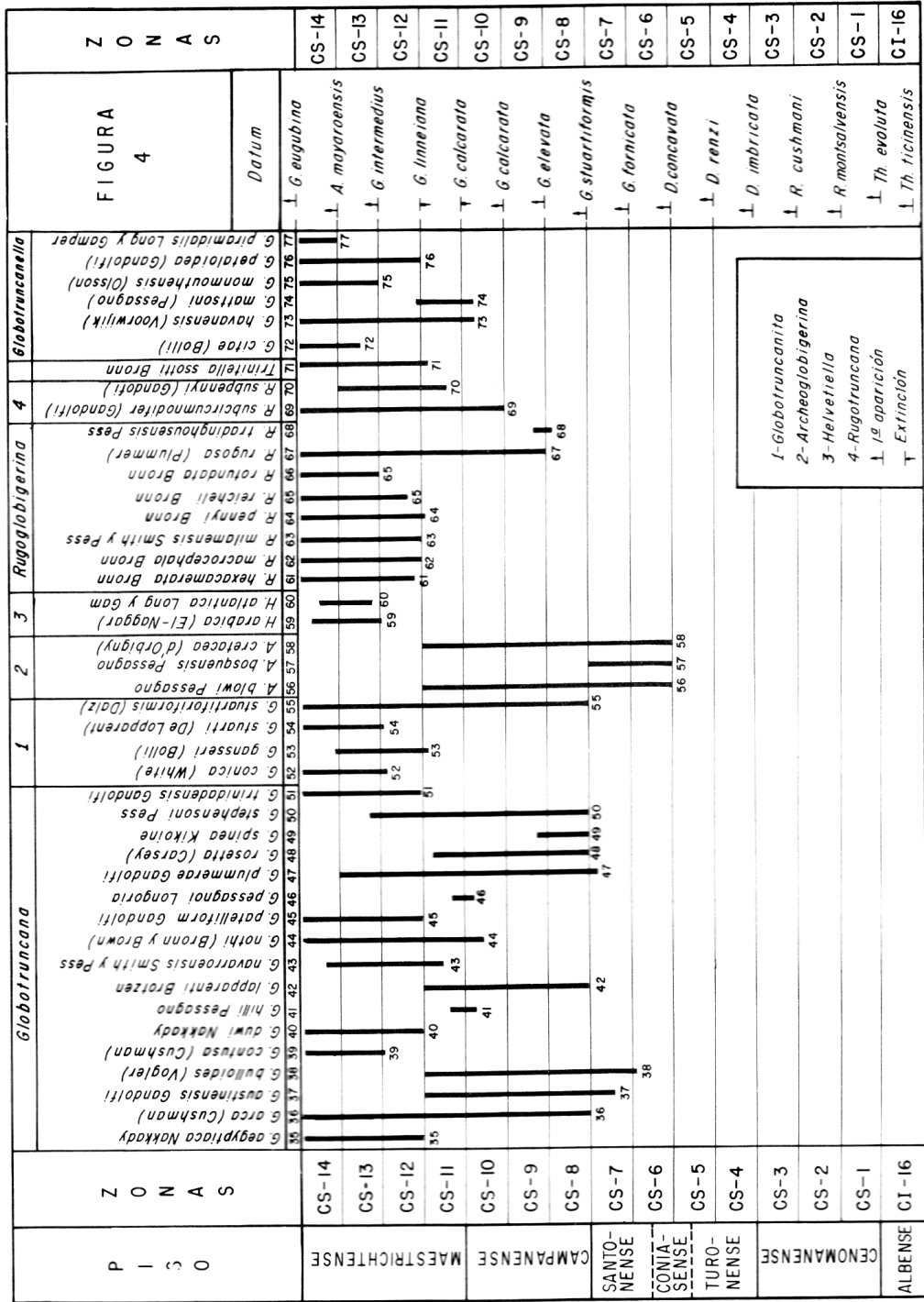


Figura 4. Distribución estratigráfica de las especies más frecuentes de los géneros *Globotruncana*, *Globotruncanella*, *Archeoglobigerina*, *Helvetella*, *Rugoglobigerina*, *Rugotruncana*, *Trinitella* y *Globotruncanella*.

Mornod y el biohorizonte definido por la primera ocurrencia estratigráfica de *Rotalipora cushmani* (Morrow).

**Observaciones.**—Esta zona básicamente contiene el mismo conjunto faunístico de la Zona CS-1. El intervalo representado por la Zona CS-2 más o menos corresponde al rango estratigráfico de *Thalmaninella reicheli* (Mornod). Sin embargo, esta última especie está estrechamente emparentada con *Th. deecke* y *Th. micheli* de las cuales es algunas veces difícil de separar en sección delgada, por lo que no se recomienda el uso de *Th. reicheli* como marcador zonal en láminas delgadas.

#### ZONA CS-3

##### Zona de Intervalo

*Rotalipora cushmani*/*Dicarinella imbricata*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre el biohorizonte definido por la primera ocurrencia estratigráfica de *Rotalipora cushmani* (Morrow) y el biohorizonte marcado por la primera ocurrencia estratigráfica de *Dicarinella imbricata* (Mornod).

**Observaciones.**—El límite superior de la Zona CS-3 corresponde también al biohorizonte definido por la primera aparición evolutiva de los Hedbergelloidea biquillados. Al mismo tiempo, la presente zona se considera como la cima del Cenomanense. *Rotalipora montsalvensis* Mornod está aún presente en la parte inferior de esta zona. *Rotalipora turonica* (Brotzen), *Thalmaninella greenhornensis* (Morrow), *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), *Hedbergella amabilis* Loeblich y Tappan y *H. brittonensis* Loeblich y Tappan están siempre presentes en este intervalo.

#### ZONA CS-4

##### Zona de Intervalo

*Dicarinella imbricata*/*Dicarinella renzi*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre el biohorizonte marcado por la primera ocurrencia estratigráfica de *Dicarinella imbricata* (Mornod) y el biohorizonte definido por la primera aparición estratigráfica de *Dicarinella renzi* (Gandolfi).

**Observaciones.**—El límite inferior de la Zona CS-4 corresponde a un cambio abrupto en la evolución de los foraminíferos planctónicos, es decir, el advenimiento evolutivo de las primeras formas biquilladas de Hedbergelloidea. La Zona CS-4 es generalmente rica en conjunto faunístico. Las siguientes especies se encuentran siempre asociadas con *Dicarinella imbricata* (Mornod): *Helvetoglobotruncana inornata* (Bolli), *H. archeocretacea* (Pessagno), *Marginotruncana sigali* (Reichel), *M. schneegansi* (Sigal), *M. carpathica* (Scheibnerová), *Hedbergella amabilis* Loeblich y Tappan, *H. brittonensis* Loeblich y Tappan, *H. delrioensis* (Carsey), *H. simplex* (Morrow), *Heterohelix reussi* (Cushman), *H. moremani* (Cushman). La primera ocurrencia estratigráfica de *Helvetoglobotruncana helvetica* es por arriba de la primera aparición de *Dicarinella imbricata* (Mornod).

#### ZONA CS-5

##### Zona de Intervalo

*Dicarinella renzi*/*Dicarinella concavata*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre los biohorizontes marcados por la primera ocurrencia estratigráfica de los taxa nominales.

**Observaciones.**—La Zona CS-5 se puede caracterizar por la abundancia de marginotruncanidos. Otro rasgo característico de esta zona es la concurrencia de *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli), *Dicarinella renzi* (Gandolfi) y *Hedbergella amabilis* Loeblich y Tappan.

#### ZONA CS-6

##### Zona de Intervalo

*Dicarinella concavata*/*Globotruncana fornicata*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre el biohorizonte definido por la primera ocurrencia estratigráfica de *Dicarinella concavata* (Brotzen) y el biohorizonte definido por la primera aparición estratigráfica de *Globotruncana fornicata* Plummer.

**Observaciones.**—La Zona CS-6 también corresponde con la concurrencia del rango estratigráfico de *Dicarinella concavata* (Brotzen), *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, *Globotruncana lapparenti* Brotzen, y *G. bulloides* (Vogler). La primera aparición estratigráfica de *Archaeoglobigerina blowi* Pessagno y *A. cretacea* (d'Orbigny) ocurre en la base de la Zona CS-6.

#### ZONA CS-7

##### Zona de Intervalo

*Globotruncana fornicata*/*Globotruncanita stuartiformis*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre el biohorizonte definido por la primera ocurrencia estratigráfica de los taxa nominales.

**Observaciones.**—La Zona CS-7 es en general pobre en contenido faunístico. Comúnmente cerca de siete especies se encuentran en este intervalo, entre ellas *Archaeoglobigerina blowi* Pessagno, *A. cretacea* (d'Orbigny), *Globotruncana austiniensis* Gandolfi, *G. fornicata* Plummer, *G. lapparenti* Brotzen, *Heterohelix reussi* (Cushman) y *Schackoina multispinata* (Cushman) y Wickenden) son las más frecuentes en este intervalo.

#### ZONA CS-8

##### Zona de Intervalo

*Globotruncanita stuartiformis*/*Globotruncanita elevata*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre los biohorizontes marcados por la primera aparición evolutiva de los taxa nominales.

**Observaciones.**—El límite inferior de la Zona CS-8 también corresponde con la primera ocurrencia de los globotruncanidos monoquillados. Al mismo tiempo, esta zona se considera como la base del Campanense. El límite superior de la Zona CS-8 corresponde con el cambio evolutivo de *G. stuartiformis* a *G. elevata*. La zona en cuestión es frecuen-



temente rica en contenido faunístico, y las siguientes especies comúnmente ocurren en este intervalo: *Globotruncana arca* (Cushman), *G. austinensis* Gandolfi, *G. bulloides* (Vogler), *G. fornicata* Plummer, *G. lapparenti* Brotzen, *G. rosetta* (Carsey), *G. ventricosa* (White). La primera ocurrencia estratigráfica de *G. ventricosa* (White), *G. rosetta* (Carsey) y *G. arca* (Cushman) corresponde con la primera aparición evolutiva de *Globotruncanella stuartiformis* (Dalbiez).

#### ZONA CS-9

##### Zona de Intervalo

##### *Globotruncanella elevata*/*Globotruncanella calcarata*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre el biohorizonte marcado por la primera aparición evolutiva de *Globotruncanella elevata* (Brotzen) y el biohorizonte definido por la primera ocurrencia de *Globotruncanella calcarata* (Cushman).

**Observaciones.**—La Zona de Intervalo *G. elevata*/*G. calcarata* básicamente contiene el mismo conjunto faunístico que está presente en la Zona CS-8. Sin embargo, el cambio evolutivo de *G. stuartiformis* a *G. elevata* representa un dato estratigráfico bien definido que es muy fácil de reconocer. La primera ocurrencia estratigráfica de *Pseudoguembelina costulata* (Cushman) también delimita el límite inferior de esta zona.

#### ZONA CS-10

##### Zona de Rango

##### *Globotruncanella calcarata*

**Definición.**—Paquete de estratos unificado por la presencia del taxón nominal, desde su primera ocurrencia estratigráfica hasta su extinción.

**Observaciones.**—El límite inferior de la Zona CS-10 también se puede delimitar con la primera ocurrencia estratigráfica de *Globotruncana hilli* Pessagno, *G. nothi* (Bronnimann y Brown) y *Rugotruncana subcircumnodifer* (Gandolfi). Al mismo tiempo, la Zona de Rango *G. calcarata* también se puede reconocer por la concurrencia del rango estratigráfico de *Globotruncana ventricosa* y *Rugotruncana subcircumnodifer* (Gandolfi). El límite superior de esta zona es clásicamente aceptado como la cima del Campanense.

#### ZONA CS-11

##### Zona de Intervalo

##### *Globotruncanella calcarata*/*Globotruncana linneiana*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre el biohorizonte marcado por la última ocurrencia de *Globotruncanella calcarata* (Cushman) y el biohorizonte definido por la última aparición estratigráfica de *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny).

**Observaciones.**—El límite inferior de esta Zona define el límite inferior del Maestrichtense. El límite inferior de la Zona CS-11 también puede determinarse por el biohorizonte marcado por la extinción de *Globotruncana ventricosa* (White).

El límite superior de la Zona CS-11 también se puede identificar por el biohorizonte definido por la extinción de *Globotruncana austinensis* Gandolfi,

*G. bulloides* (Vogler), *G. fornicata* Plummer, *G. rosetta* (Carsey), *Archaeoglobigerina blowi* Pessagno y *A. cretacea* (d'Orbigny). Este intervalo contiene, además de las especies arriba mencionadas, las especies siguientes: *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), *Rugotruncana subcircumnodifer* (Gandolfi), *R. subpennyi* (Gandolfi), *Globotruncanella stuartiformis* (Dalbiez), *G. elevata* (Brotzen), *Globotruncana nothi* (Bronnimann y Brown) y *G. stephensoni* Pessagno.

En la parte inferior de la Zona CS-11 se encuentran con frecuencia *Globotruncana hilli* Pessagno y *G. pessagno* Longoria. *Globotruncanella gansseri* (Bolli) hace su primera aparición estratigráfica en la parte más alta de la Zona de Intervalo *G. calcarata*/*G. linneiana*.

#### ZONA CS-12

##### Zona de Intervalo

##### *Globotruncana linneiana*/*Abathomphalus intermedius*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre el biohorizonte marcado por la última ocurrencia de *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny) y el biohorizonte definido por la primera aparición evolutiva de *Abathomphalus intermedius* (Bolli).

**Observaciones.**—Este intervalo comúnmente contiene un conjunto faunístico muy diversificado. Se observan con frecuencia los siguientes taxa: *Rugoglobigerina hexacamerata* Bronnimann, *R. macrocephala* Bronnimann, *R. reicheli* Bronnimann, *R. rugosa* (Plummer), *R. scotti* (Bronnimann), *Globotruncana aegyptiaca* Nakkady, *G. arca* (Cushman), *G. contusa* (Cushman) s. l., *G. nothi* (Bronnimann y Brown), *G. trinidadensis* Gandolfi, *Rugotruncana subcircumnodifer* (Gandolfi), *R. subpennyi* (Gandolfi), *Globotruncanella gansseri* (Bolli), *G. elevata* (Brotzen), *G. stuartiformis* (Dalbiez), *Globotruncanella havanensis* (Voorwijk), *G. citae* (Bolli), *G. petaloidea* (Gandolfi), *G. monmouthensis* (Olsson).

Las especies siguientes tienen su primera ocurrencia estratigráfica en la base de la Zona CS-12: *Globotruncana aegyptiaca* Nakkady, *G. trinidadensis* Gandolfi, *Pseudoguembelina excolata* (Cushman), *P. costulata* (Cushman), *Pseudotextularia deformis* (Kikoine) y *Planoglobulina carseyae* (Plummer).

#### ZONA CS-13

##### Zona de Intervalo

##### *Abathomphalus intermedius*/*Abathomphalus mayaroensis*

**Definición.**—Intervalo comprendido entre el biohorizonte marcado por la primera ocurrencia evolutiva de *Abathomphalus intermedius* (Bolli) y el biohorizonte definido por la primera aparición evolutiva de *Abathomphalus mayaroensis* (Bolli).

**Observaciones.**—La Zona CS-13 corresponde a un intervalo muy corto de tiempo el cual está definido por el cambio evolutivo de *A. intermedius* (Bolli) a *A. mayaroensis* (Bolli). Esta zona contiene el mismo conjunto faunístico reconocido en la Zona CS-12. Sin embargo, *Globotruncanella comica* (White) y *G. stuarti* (de Lapparent) aparecen por primera vez dentro de la Zona CS-13.

## ZONA CS-14

## Zona de Intervalo

*Abathomphalus mayaroensis*/*Globigerina eugubina*

**Definición.**—Intervalo de tiempo comprendido entre el biohorizonte definido por la primera aparición evolutiva de *Abathomphalus mayaroensis* (Bolli) y el biohorizonte marcado por la primera ocurrencia de *Globigerina eugubina* Luterbacher y Premoli-Silva.

**Observaciones.**—La Zona CS-14 contiene un conjunto faunístico muy diversificado, básicamente compuesto de los mismos taxa presentes en la Zona CS-13.

Aunque la primera aparición evolutiva de las primeras globigerinas parece ocurrir dentro de la parte más superior de la Zona CS-14, concurriendo junto con *Abathomphalus mayaroensis* (Bolli), la primera aparición estratigráfica de *Globigerina eugubina* Luterbacher y Premoli-Silva es por encima de la extinción masiva de los miembros de Hedbergelloidea.

El biohorizonte definido por la primera aparición de *Globigerina eugubina* Luterbacher y Premoli-Silva es clásicamente considerado como la base del Terciario (Luterbacher y Premoli-Silva, 1964; Bolli, 1966; Premoli-Silva y Bolli, 1973), por lo que la cima de la Zona CS-14 corresponde al límite Cretácico/Terciario.

## CRONOESTRATIGRAFIA

A pesar de que el Coloquio sobre el Cretácico Superior francés llevó recientemente a cabo una revisión sobre la definición y caracterización de los pisos cretácicos es aún difícil correlacionar cronoestratigráficamente estratos del Cretácico Superior del área tipo con secuencias estratigráficas alejadas de los estratotipos.

Como fue anteriormente expuesto por Dalbziel (1959), la mayoría de los pisos del Sistema Cretácico carecen de estratotipos adecuados; además, muchos de los pisos aún tienen problemas muy serios con respecto a sus límites superior e inferior. Por su parte, Pessagno (1967) ha expresado los problemas en torno a la integración de las secuencias cretácicas del Hemisferio Occidental a los estratotipos franceses.

El hecho que los pisos cretácicos se hayan definido únicamente en base a la presencia de amonitas, ha impedido en gran escala el avance de la subdivisión cronoestratigráfica del Sistema Cretácico. Esto se justifica si se toma en consideración que en la práctica es muy difícil encontrar secuencias estratigráficas en las cuales tanto las amonitas como los microfósiles planctónicos sean abundantes.

Los problemas relacionados con la nomenclatura y la división cronoestratigráfica de los pisos contenidos en el Sistema Cretácico son numerosos. Un análisis detallado de esos problemas está fuera del objetivo del presente trabajo. Sin embargo, parece ser necesario explicar algunos de esos problemas para demostrar la inestabilidad de la escala cronoestratigráfica actual.

1) De acuerdo con las decisiones tomadas por el Coloquio sobre el Cretácico Inferior francés el término VRACONENSE debería permanecer fuera del esquema cronoestratigráfico estandar. Un vistazo a algunos de los trabajos sobre el tema, que tratan con la bioestratigrafía del Cretácico (cf. Moullade, 1966), hace notar que en contra de las decisiones del Coloquio francés el Piso Vraconense está aún en uso.

2) El Cenomanense, de acuerdo a la definición dada por el Coloquio sobre el Cretácico Superior francés (Hancock, 1959), se caracteriza por su división tripartita, i. e., Cenomanense Inferior, Medio y Superior. Cada uno de esos Subpisos representando una zona de amonitas: la Zona de *Mantelliceras mantelli*, la Zona de *Acanthoceras rhotamagense* y la Zona de *Calyoceras naviculare*, respectivamente. Por otra parte, Thomel (1972) reconoce cinco zonas de amonitas en el Cenomanense del sureste de Francia. Ese mismo autor, reconoció una zona de *Mantelliceras mantelli* la cual sobreyace a la zona basal del Cenomanense llamada *Mantelliceras saxbii*. Es de notarse que en ambos casos arriba mencionados falta la definición de la zona de *Mantelliceras mantelli*.

Esas discrepancias sobre las subdivisiones cronoestratigráficas hacen peligroso el uso del actual esquema europeo de pisos cretácicos previamente establecidos.

La carencia de estudios cronoestratigráficos elaborados en base a criterios múltiples, es decir, basados en varios grupos de fósiles, impide el reconocimiento de los límites de los pisos. La carencia de tal esquema cronoestratigráfico basado en criterios múltiples se debe a los factores siguientes: 1) la ocurrencia de amonitas en muchas secuencias es sólo esporádica; y 2) a que es difícil encontrar una secuencia estratigráfica rica tanto en amonitas como en microfósiles planctónicos lo cual permitiría un control de capa a capa de la ocurrencia de las amonitas y los microfósiles.

La integración del esquema bioestratigráfico elaborado en el presente trabajo a la subdivisión cronoestratigráfica del Cretácico Superior basada en amonitas, es por el momento muy problemática. Únicamente cabe esperar que en un futuro cercano la redefinición de los pisos cretácicos recaiga en fósiles tales como los foraminíferos planctónicos y el nannoplanctón calcáreo, lo cual permitirá un control más preciso de la definición de los límites de los pisos.

Basándonos en la información disponible en la literatura, la zonificación del Cretácico Superior mexicano mediante los foraminíferos planctónicos puede integrarse a la cronoestratigrafía europea con cierta aproximación (Figura 2), pudiéndose establecer las siguientes conclusiones cronoestratigráficas:

1) La base de la Zona CS-1, definida por la primera aparición estratigráfica de *Thalmaninella evoluta* (Sigal), corresponde al límite Albense/Cenomanense. Esta especie está siempre ausente en muestras del Albense superior (Zona de *Stoliczkaia dispar* de la zonificación basada en amonitas), en las cuales se presenta *Thalmaninella ticinensis* (Gandolfi).

El análisis del contenido de amonitas y foraminíferos del estratotipo del Vraconense s. s. (la Zona de *Stoliczkaia dispar*) realizado por Renz y Luterbacher (1965) demuestra que el estratotipo del Vraconense es asignable a la Zona *Thalmaninella ticinensis* del Albense superior. Esos autores reportaron las siguientes especies de foraminíferos planctónicos del Vraconense s. s.: *Hedbergella infracretacea* (Glaessner), *H. portdownensis* (Williams-Mitchell) y "*Rotalipora*" cf. *ticinensis* (Gandolfi). Esta última especie determinada en sección delgada de calizas.

Por otra parte, *Thalmaninella evoluta* (Sigal) siempre se presenta en la base de la Zona de *Mantelliceras mantelli* la cual fue considerada por Hancock (1959) como el Cenomanense Inferior.

2) La base de la Zona CS-4 corresponde al límite Cenomanense/Turonense. La primera ocurrencia evolutiva de los Hedbergelloidea biquillados es en las capas basales del Turonense tipo, es decir, la base de la Zona de *Pachydiscus perampulus* en el sentido de Lecointre (1959).

La presencia de Hedbergelloidea biquillados (*Dicarinella* aff. *imbricata*) y *Hedbergella delrioensis* (Carsey) (= *Pseudoticinella planoconvexa* Longoria) en el Turonense tipo (Butt, 1966, pls. 2 y 3) implica que la base de la Zona CS-4 está definitivamente dentro del Turonense. El conjunto faunístico descrito por Butt (1966) es correlativo en tiempo con el conjunto faunístico de la sección "D-2" (Formación Eagle Ford, Miembro Britton) de Texas.

Un conjunto faunístico similar, compuesto de Hedbergelloidea biquillados (*Dicarinella*) y rotalipóridos (*Rotalipora cushmani*) fue reportado por Jefferies (1961, p. 79) de la llamada Subzona de *Actinocamax plenus*, que sin duda es asignable al Turonense basal.

3) El límite Turonense/Coniacense es igualmente difícil de delinear hasta en base a su contenido de amonitas. Este límite está mal definido en el área tipo francés. Aparentemente (Grossouvre, 1901), existe una zona de transición entre el Turonense más alto (Zona de *Romaniceras deveriai*) y el Coniacense basal (Zona de *Barroisiceras haberfellneri*). A pesar de todo, la mayoría de los autores colocan la base del Coniacense correspondiendo a la base de esta última zona. De acuerdo con Wright (1959, p. 758) y Dalbiez (1959, p. 861) la separación de los linajes de amonitas del Turonense de los del Coniacense es extremadamente difícil. Donze et al. (1970, p. 92) también enfrentaron esta misma dificultad en los Alpes Marítimos.

4) Como ya fue observado por Dalbiez (1959), el límite Coniacense/Santonense está también en disputa entre los amonitólogos. El Santonense Inferior comúnmente se define por la primera aparición estratigráfica de *Texanites texanum*. La Zona CS-7 se encuentra por encima de esta zona de amonitas.

5) La Zona CS-5 corresponde al Turonense Superior y la parte más baja de Coniacense. La posición cronoestratigráfica de esta zona se demuestra por la primera ocurrencia estratigráfica de *Dicarinella concavata* (Brotzen). Donze et al. (1970, p. 94, text-fig. 4) encontraron *D. concavata* (Brotzen) en la Zona de *Barroisiceras haberfellneri* de los

Alpes Marítimos, lo cual permite establecer con certeza la posición estratigráfica de la Zona CS-5.

6) La Zona CS-6 comprende el tiempo representado por la mayor parte del Coniacense y la parte inferior del Santonense. Collignon (1959, p. 48) indicó que *D. concavata* (Brotzen) está presente en la Zona de *Texanites olverti* del Santonense Inferior. Por otra parte, las evidencias presentadas por Pessagno (1967) y Donze et al. (1970) demuestran que la concurrencia de *Dicarinella concavata* (Brotzen) y *Globotruncana fornicata* Plummer es dentro del Santonense Inferior.

7) El límite Santonense/Campanense se coloca clásicamente entre la cima de la Zona de *Placenticeras syrtale* y la base de la Zona de *Placenticeras bidorsatum* (Dalbiez, 1959). En base a los foraminíferos planctónicos este límite está definido por la primera aparición de los Hedbergelloidea monoquillados (primera aparición de *Globotruncanita stuartiformis*).

De acuerdo con el criterio arriba establecido, la Zona CS-8 debe colocarse en el Campanense Inferior. El límite Santonense/Campanense corresponde al límite entre las Zonas CS-7 y CS-8.

8) El Coloquio sobre el Cretácico Superior francés estableció el límite Campanense/Maestrichtense en la cima de la Zona de *Bostrychoceras polyplacum*. Esta zona de amonitas corresponde perfectamente a la Zona de Rango *Globotruncanita calcarata* (Zona CS-10). En términos de la zonificación estandarizada basada en los foraminíferos planctónicos que aquí se propone, el Campanense comprende el tiempo representado desde la base de la Zona CS-8 hasta la cima de la Zona CS-10.

9) En la actualidad el Maestrichtense se restringe a la Zona de *Pachydiscus neubericus*. En base a la distribución de los foraminíferos planctónicos el límite Maestrichtense/Danense está bien establecido con la primera aparición estratigráfica de *Globigerina eugubina* Luterbacher y Premoli-Silva (Luterbacher y Premoli-Silva, 1964). En términos del presente esquema de zonificación el Maestrichtense comprende el intervalo de tiempo transcurrido entre la Zona CS-11 y la Zona CS-14.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó en la Sección de Estratigrafía del Instituto de Geología, UNAM. El autor agradece a las autoridades de dicho Instituto todas las facilidades brindadas para la elaboración de la investigación. Se extiende un reconocimiento especial al Sr. Julio Morales por la ayuda prestada en la confección de las figuras incluidas en el texto.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barr, F. T., 1972, Cretaceous biostratigraphy and planktonic foraminifera of Libya: *Micropal.* 18 (1): 1-46.
- Bolli, H. M., 1951. The genus *Globotruncana* in Trinidad, B. W. I.: *Jour Paleont.* 25 (2): 187-199.
- 1966, Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera: *Asoc. Venezolana Geol. Minería Bol. Inf.* 9 (1): 2-32.

- Butt, A. F., 1966, Foraminifera of the type Turonian. *Micropal.* 12 (2): 168-182.
- Cita, M. B. y Gartner, S. Jr., 1974, Deep sea Upper Cretaceous from the western north Atlantic. *Proc. 2d. Plank. Conf. (Moma)*, p. 287-319.
- Collignon, M., 1959, Correlation sommaires entre les dépôts du crétacé supérieur de Madagascar et ceux de l'Europe. *In Colloque sur le Crétacé supérieur Français. Comptes rendus Congr. Soc. Savantes de Paris et des Départements*, Dijon, 1959: 41-52.
- Colloque sur le Crétacé Supérieur Français, 1959, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques: *Comptes rendus du Congr. Soc. Savantes de Paris et des Départements* Dijon, 1959: 896 p.
- Dalbiez, F., 1955, The genus *Globotruncana* in Tunisia: *Micropal.* 1 (2): 161-171.
- 1959, Correlations et résolutions (Introduction par J. Sigal): *In Colloque sur le Crétacé Supérieur Français. Comptes rendus Congr. Soc. Savantes de Paris et des Départements*: 857-867.
- Donze, P., Porthault, B. et al., 1970, Le Sénonien inférieur de Puget-Theniers (Alpes-Maritimes) et sa microfaune: *Geobios* 3 (2): 41-106.
- Grossouvre, A. de, 1901, Recherches sur la carie supérieure; première partie, stratigraphie général: *Mém. Expl. Carte. géol. France*, 1013 p.
- Hancock, M. J. M., 1959, Les ammonites du Cenomanien de la Sarthe: *In Roger, J. Editor, Colloque sur le Crétacé Supérieur Français*: 249-252.
- Hinte, J. E. van, 1972, The Cretaceous time-scale and planktonic foraminiferal zones: *Proc. Konink. Neder. Akad. Wetensch. Ser. B*, 75 (1): 1-8.
- International Subcommittee on Stratigraphic Classification, 1971, Preliminary report on biostratigraphic units: *Int. Geol. Congr.*, Montreal, H. D. Hedberg, Editor, 50 p.
- Jefferies, R. P. S., 1961, The paleoecology of the *Actinocamax plenus* Subzone (lowest Turonian) in the Ango-Paris Basin: *Paleont.* 4 (4): 609-647.
- Lecointre, G., 1959, Le Turonien dans sa région type: la Touraine: *In Rodger, J. Editor, Colloque sur le Crétacé supérieur Français. Comptes rendus Congr. Soc. Savantes de Paris et des Départements* (Dijon, 1959): 415-424.
- Longoria-Treviño, J. F., 1968, Estudio en sección delgada de algunas especies del Género *Globotruncana* Cushman del Santoniano-Maestrichtiano del este de México: *Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros*, 20 (3-12): 41-117.
- Longoria, J. F., 1974, Stratigraphic, morphologic and taxonomic studies of Aptian planktonic foraminifera. *Rev. Española Micropal. Número Extraordinario*, Diciembre, 107 p.
- 1975, Shore Laboratory Report on Mesozoic Foraminifera, Leg. 32. *In: Larson, R. L., Moberly, R. et al.*, 1975, Initial Rept. DSDP Vol. XXXII, Washington (U. S. Government Printing Of.): 963-971.
- Longoria, J. F. y Gamper, M. A., 1975, The evolution and classification of Cretaceous planktonic foraminifera; Part I: The Superfamily Hedbergelloidea: *Rev. Española Micropal. Número Extraordinario*, Enero, 1975. p. 61-96.
- López-Ramos, E., 1974, Geología general y de México: México, D. F., 3a. Edición, 509 p.
- Luterbacher, H. P. y Premoli-Silva, I., 1964, Biostratigrafía del límite Cretaceo-Terciario nell' Appennino Centrale: *Rev. Ital. Paleontol. Strat.* 70 (1): 67-128.
- Moullade, M., 1966, Etude stratigraphique et micropaleontologique du Crétacé inférieur de la "Fosse Voconntienne": *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon* (15), 369 p.
- Pessagno, E. A. Jr., 1967, Upper Cretaceous planktonic foraminifera from the western Gulf Coastal Plain: *Paleontographica Americana* 5: (37): 245-445.
- Pessagno, E. A. Jr. y Longoria, J. F., 1972, Shore laboratory report on Mesozoic planktonic Foraminifera, Leg. 12. *In Laughton, A. S., Berggren, W. A. et al.*, 1972, Initial Rept. DSDP Vol. XII: 119-120.
- 1973, Mesozoic foraminifera, Leg 15, Deep Sea Drilling Project: *In Edgar, N. T. Jaunders, J. B. et al.*, 1973, Initial Rept. DSDP Vol. 15, Washington (U. S. Government Printing Office): 549-552.
- 1973, Shore laboratory report on Mesozoic planktonic foraminifera DSDP Leg 16: *In van Andel, T. H., G. R. Heath, et al.*, 1973, Initial Report. DSDP Vol. 16. Washington (U. S. Government Printing Office): 893.
- 1973, Shore laboratory report on Mesozoic Foraminifera, Leg 17: *In Winterer, E. L., Ewing, J. L., et al.*, 1973, Initial Rep. DSDP Vol. XVII. Washington (U. S. Government Printing Office): 891-894.
- Postuma, J. A., 1971, Manual of planktonic foraminifera: Elsevier, New York, 397 p.
- 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 van Andel, T. H., G. R. Heath, et al.*, 1973, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project Vol. 15. Washington (U. S. Government Printing Office): 553-615.
- Renz, O. y Luterbacher, H. P., 1965, Die Mittlere Kreide von La Vraconne bei Ste-Croix (Kt. Waadt): *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.—Geol. Ing.* 31 (181): 76-101.
- Sigal, J. 1967, Essai sur l'état actuel d'une zonation stratigraphique à l'aide des principales espèces de Rosalines (Foraminifères): *C.R.S.S. Soc. Geol. France* 2.
- Termier, H. y Termier, G., 1960, Paléontologie stratigraphique: Masson y Cie.
- Thomel, G., 1972, Les Acanthoceratidae cenomaniens des chaînes subalpines méridionales: *Mém. Soc. Géol. France*, n. ser. no. 116, 204 p.
- Wright, C. W., 1959, Les étages supracrétacés et la phylogénie des Ammonoïdes: *In Rodger, J. Editor. Colloque sur le Crétacé supérieur Français. Comptes rendus Congr. Soc. Savantes de Paris et des Départements* (Dijon, 1959): 765-770.

## APENDICE

## Localización y Descripción de las Secciones Estratigráficas Utilizadas en la Elaboración del Esquema Bioestratigráfico Propuesto.

## 1) Secciones en México:

## a) Cerro de la Silla

El Cerro de la Silla está localizado en el Estado de Nuevo León al SE de la ciudad de Monterrey. Es un anticlinal de orientación NNW-SSE con una longitud aproximada de 20 km y de 3 km de ancho. Este anticlinal presenta condiciones estructurales variadas: al N es semidómico, al centro recumbente y al S nuevamente simétrico. El Cerro de la Silla está formado por una secuencia bastante completa de rocas sedimentarias representando deposición continua desde el Jurásico Superior hasta el Cretácico Superior (Maestrichtense). La Sección expuesta a lo largo del camino que conduce a Congregación La Boca es muy completa. La secuencia cretácica estudiada empieza, de este a oeste, en el contacto La Peña-Tamaulipas. Esta sección incluye las siguientes unidades: Caliza Tamaulipas, Formación Cuesta del Cura, Formación Agua Nueva, Formación San Felipe y Formación Méndez.

## b) Sierra de Picachos

La Sierra de Picachos está localizada en el Estado de Nuevo León a 82 km al NE del Cerro de la Silla, es un anticlinal amplio, ligeramente plegado con orientación NW. El anticlinal tiene aproximadamente 50 km de longitud y 28 km de ancho, está constituido principalmente por rocas sedimentarias cretácicas con algunas intrusiones ígneas de edad Terciaria. La secuencia estudiada se localiza al N del Rancho Los Reyes, empezando justamente en el contacto Sombreretillo-Cuesta del Cura. La sección medida incluye las siguientes unidades: Formación Cuesta del Cura, Formación Agua Nueva, Formación San Felipe y Formación Méndez.

## c) Sierra de Tamaulipas

La Sierra de Tamaulipas está localizada en el Estado de Tamaulipas, extendiéndose desde el paralelo 23° de latitud norte por aproximadamente 80 km de longitud y alcanza una anchura máxima de 45 km. Estructuralmente la Sierra de Tamaulipas es un anticlinal de orientación NW, fundamentalmente constituido por rocas sedimentarias cretácicas intrusadas por cuerpos ígneos terciarios. La sección estudiada se midió sobre el flanco W de la sierra empezando en el contacto Tamaulipas-Cuesta del Cura. Esta sección incluye las siguientes unidades: Formación Cuesta del Cura, Formación Agua Nueva, Formación San Felipe y Formación Méndez.

## d) Sierra de San Julián

La Sierra de San Julián se localiza en el Estado de Zatecas, extendiéndose desde el poblado de Tecolotes (al Sur) hasta la altura del poblado de San Jerónimo (al Norte), es un anticlinal de orientación NNS-SSE. La sección estudiada fue medida en el flanco oeste del anticlinal, a lo largo del arroyo El Barril. La secuencia cretácica incluye las unidades siguientes: Caliza Tamaulipas, Formación Cuesta del Cura, Formación Agua Nueva, Lutita Parras y Formación Caracol.

## 2) Secciones fuera de México:

## a) Sección compuesta del Cretácico Superior de Texas

Las secciones estudiadas forman parte del Primer Coloquio Interamericano de Micropaleontología celebrado en Dallas, Texas en 1970. Todas las secciones quedan localizadas en la parte central del Estado de Texas. Se estudiaron las siguientes unidades: Formación Grayson, Formación Woodbine, Formación Eagle Ford, Formación Austin, Grupo Taylor (Lower Taylor, Wolfe City Sandstone, Pecan Gap, Upper Taylor), Grupo Navarro (Neylenville, Nocatoch, Corcicana, Kemp Clay), la localización y descripción de estas unidades corresponden a las secciones "D" del librito guía de las excursiones del coloquio.

b) Las localidades geográficas de los cruceros del Glomar Challenger se dan en los respectivos Initial Reports (ver Pessagno y Longoria, 1972 y 1973 y Longoria, 1975 en las Referencias bibliográficas).