

EL LIMITE CRETACICO INFERIOR-CRETACICO SUPERIOR EN MEXICO BASADO EN LOS FORAMINIFEROS PLANCTONICOS

J. F. Longoria *

RESUMEN

Se propone establecer el límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior inmediatamente abajo de la base de la Zona de Intervalo *Thalmaninella ticinensis/Thalmaninella evoluta*. Este límite corresponde a la base de la Serie Gulfiana de la nomenclatura cronoestratigráfica americana. Se considera válido el Piso Vraconense (Zona de *Stoliczkaia dispar*) y se sugiere su incorporación a la escala cronoestratigráfica. En México el límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior cae dentro de la Caliza Cuesta del Cura.

ABSTRACT

The Lower Cretaceous/Upper Cretaceous boundary in Mexico is established at the base of the *Thalmaninella ticinensis/Thalmaninella evoluta* Interval-Zone, corresponding to the Zone with *Stoliczkaia dispar* of the ammonite scheme of zonation. The Vraconian is regarded as a valid stage and represents the time comprised by the zone with *Stoliczkaia dispar*. In Mexico the Lower Cretaceous/Upper Cretaceous boundary lies within the Cuesta del Cura Limestone.

INTRODUCCION

La escala cronoestratigráfica del Sistema Cretácico actualmente en uso mundial está basada exclusivamente en la presencia de amonitas. La subdivisión bipartita del Sistema Cretácico en dos Series: Inferior y Superior, es de aceptación mundial. Sin embargo, la división formal de las series en pisos sigue en la actualidad causando grandes controversias. Así por ejemplo, la división formal de los pisos involucrados en el límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior (Albense/Cenomanense) aún permanece bajo serias discusiones. Esto dificulta en muchas ocasiones la delineación del límite entre las dos series cretácicas, causando serios problemas en la datación e interpretación de eventos geológicos.

El hecho de que la definición de los límites de los pisos recaiga absolutamente en la presencia de un solo grupo de fósiles limita en gran medida la aplicación de la escala cronoestratigráfica europea.

En México es común encontrar secuencias cretácicas de depósitos francamente marinos en las que la microfauna de foraminíferos planctónicos es predominante, en tanto que la ocurrencia de amonitas es muy esporádica, dificultando la determinación cronoestratigráfica de esas secuencias en base a estos últimos fósiles.

Los estudios comparativos de las faunas de foraminíferos planctónicos cretácicos de México con los estratotipos franceses realizado por el autor, le han permitido elaborar un esquema bioestratigráfico para el Cretácico mexicano (Longoria, 1977, en preparación), el cual se ha integrado al esquema bioestratigráfico clásico basado en amonitas. Esta integración de ambos esquemas bioestratigráficos hace posible en la actualidad establecer el límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior en México en base a los foraminíferos planctónicos lo que será de utilidad para futuras determinaciones cronoestratigráficas.

MARCO CRONOESTRATIGRAFICO

El área tipo para el Sistema Cretácico se encuentra en Francia, reconociéndose ahí la división bipartita del Sistema en Cretácico Inferior y Cretácico Superior. De acuerdo con las decisiones tomadas por el Coloquio sobre el Cretácico Superior francés (1959) y el Coloquio sobre el Cretácico Inferior (1963) se establece el límite Albense/Cenomanense como límite entre las dos series cretácicas. Sin embargo, tanto el desarrollo histórico como el concepto actual de estos dos pisos son algo complicados por lo que se hace necesario presentar aquí una breve discusión al respecto.

* Departamento de Geología, Instituto de Geología, UNAM.

DEFINICION DE LOS PISOS LIMITROFES
DEJ. CRETACICO INFEROR/CRETACICO
SUPERIOR

El Piso Albense.—El término Albense fue originalmente ideado por d'Orbigny (1847) para designar con él tres diferentes facies isocronas que se presentan en la Cuenca Anglo-Parisina. 1) Las Arcillas de Gault, 2) Las margas verdes inferiores, y 3) Areniscas glauconíticas.

Posteriormente, d'Orbigny (1850) caracterizó el Albense por el siguiente conjunto faunístico: *Ammonites tardefurcatus*, *A. auritus*, *A. latus*, *A. commateanus*, *A. mamillatum*, *A. leolli*, *Scaphites haugardianus*, *Ancyloceras saussureanum* y *Terruillites bergeri*. Ese concepto de Albense dado por d'Orbigny (1850) fue modificado por Breistoffer (1947) para incluir no solo el intervalo considerado por d'Orbigny (1850) sino también para extender su rango hasta la zona de *Stoliczkaia dispar*.

El Piso Vraconense.—Renevier (1867) creó el término Vraconense tomando como base el conjunto de amonitas presente en un afloramiento en La Vraconnia, Suiza y que él caracterizó por la presencia de la ammonita *Stoliczkaia dispar*.

El Piso Cenomanense.—El Cenomanense fue creado por d'Orbigny (1847) para referirse a una secuencia de estratos presentes en la Cuenca Anglo-Parisina en las cercanías de Mans (Sarthe). Desgraciadamente d'Orbigny (*op. cit.*) no se refirió a ningún afloramiento en particular como localidad tipo para el piso. Posteriormente, Hancock (1959, p. 249-252) estudió la fauna de amonitas presente en el área de Mans y logró establecer un esquema bioestratigráfico basado en esos fósiles el cual fue adaptado por el Coloquio sobre el Cretácico Superior francés (1959) como subdivisión formal del Cenomanense. De acuerdo con el esquema presentado por Hancock (*op. cit.*) se reconocen las siguientes divisiones del piso: Cenomanense Inferior (Zona con *Mantelliceras mantelli*), Cenomanense Medio (Zona con *Acanthoceras rhotomagense*), Cenomanense Superior (Zona con *Calyoceras naviculare*). Ese mismo autor (Hancock 1959, p. 249-250) hizo notar que el área del Cenomanense, sobre todo en Ballon, se encuentran calizas con orbitolinas, por lo que no es posible establecer su contacto inferior con el Albense. En virtud de la carencia de un afloramiento tipo de referencia, Marks (1967, p. 272) propuso el afloramiento expuesto a lo largo de la carretera de San Ulphace-Théilgny-Moulin de l'Aunay como el neoestratotipo, en el cual, según el autor, representa la secuencia completa del piso y es rico en contenido de amonitas. Queda de todas maneras sin resolver el límite inferior, *i. e.* Albense/Cenomanense.

ESQUEMA CRONOESTRATIGRAFICO EN USO
ACTUAL

Durante la última revisión de los estratotipos del Cretácico francés (Dalbiez, 1959, p. 857-867; Collignon, 1965, p. 313-318) se tomó la decisión de abandonar el término Vraconense del esquema cro-

noestratigráfico e incluir el tiempo representado por ese piso dentro del Albense. Sin embargo, como ya se expuso con anterioridad (Longoria, 1975, p. 39) esta decisión no es universalmente acatada. De igual manera algunos estratigrafos franceses (Moullade, 1966) aún insisten en el empleo del término Vraconense para referirse a la Zona con *Stoliczkaia dispar*, incluyéndola con la cima del Albense.

El esquema cronoestratigráfico actualmente en uso (Colloque sur le Crétacé Supérieur française, 1959; Colloque sur le Crétacé Inférieur française, 1963) establece la siguiente división para el Albense y Cenomanense tipos:

Albense.—Albense Inferior: Zona con *Leymeriella tardefurcata*, Zona con *Douvilleiceras mamillatum*; Albense Medio: Zona con *Hoplites dentatus* y *Lyelliceras leyelli*; Zona con *Euhoplites latus* y *E. nitudes*; Albense Superior: Zona con *Diploceras cristatum*, Zona con *Mortonoceras inflatum*, Zona con *Stoliczkaia blancheti*, Zona con *Stoliczkaia dispar*

Cenomanense.—Cenomanense Inferior: Zona con *Mantelliceras mantelli*; Cenomanense Medio: Zona con *Acanthoceras rhotomagense*; Cenomanense Superior: Zona con *Calyoceras naviculare*.

Es interesante notar aquí que el Albense *sensus stricto, i. e.* en el sentido original de d'Orbigny, incluye solamente lo que el Coloquio francés denomina Albense Inferior y Medio. Por otra parte, también es de notarse que el Vraconense en el sentido que fue descrito por Renevier (1867) no está incluido en el Albense de d'Orbigny, por lo que el Vraconense corresponde a la parte alta del Albense superior del esquema cronoestratigráfico actualmente en uso.

Así, desde el punto de vista de la nomenclatura estratigráfica el Vraconense representa un lapso bien definido e independiente del concepto original de Albense. Quizás el único inconveniente del Piso Vraconense es que su estratotipo se localiza fuera del área clásica francesa, lo cual no justifica su exclusión del esquema cronoestratigráfico.

INTEGRACION DE LOS ESQUEMAS ZONALES
BASADOS EN AMONITAS Y FORAMINIFEROS
PLANCTONICOS

En la actualidad se tiene un conocimiento preciso sobre la distribución estratigráfica de los foraminíferos planctónicos del tiempo representado por el Albense-Cenomanense, lo cual permite integrar con cierta precisión las unidades bioestratigráficas basadas en esos microfósiles al esquema zonal clásicamente elaborado en las áreas tipo.

Recientemente Longoria y Gamper (1976) establecieron una secuencia para el Albense mexicano, reconociendo cuatro zonas de intervalo: Zona *Ticinella bejaouaensis/T. primula*; Zona *Ticinella primula/T. breggiensis*; Zona *Ticinella breggiensis/Thalmaninella ticinensis*; Zona *Thalmaninella ticinensis/Th. evoluta*. Por su parte, Longoria (1977) estableció tres zonas de intervalo para el Cenomanense mexicano; Zona *Th. evoluta/Rotalipora cushmani*; Zona *Rotalipora cushmani/R. montsalvensis*; Zona *R. montsalvensis/Dicarinella imbricata*.

El análisis de la macro y microfauna del estratotipo del *Vraconense* recientemente elaborado por Renz y Luterbacher (1965) revela que este piso se caracteriza por la presencia de la amonita *Stoliczkaia dispar*. Esos autores (*op. cit.*) encontraron el foraminífero planctónico *Thalmaninella ticinensis* (Gandolfi), en las muestras procedentes de este estratotipo, lo cual muestra que la Zona de Intervalo *Th. ticinensis/Th. evoluta* definida por Longoria y Gamper (1976) corresponde al *Vraconense s. s.* Al mismo tiempo, la ausencia de *Th. evoluta* Sigal en el estratotipo del *Vraconense* y la presencia de esta especie en la zona de amonitas con *Mantelliceras mantelli* del sureste de Francia confirman que la Zona de Intervalo *Th. evoluta/Rotalipora cushmani* definida anteriormente por el autor (Longoria, 1975) corresponde al *Cenomanense* basal.

LA ESCALA DEL TIEMPO GEOLOGICO Y SU APLICACION AL SISTEMA CRETACICO

En la actualidad se conocen varios intentos tendientes a establecer una escala del tiempo geológico (Holmes, 1933, 1959; Kulp, 1961). Sin embargo, esas escalas geocronológicas tienen como base los esquemas cronoestratigráficos primeramente elaborados en Europa, los cuales como ya se ha indicado, están fundamentalmente basados en la sucesión de fósiles, por lo que esas escalas del tiempo geológico se ven directamente afectadas por las inconsistencias y problemas relacionados con la caracterización y límites de los pisos.

Desafortunadamente la mayoría de los geocronólogos se inclina a buscar en Europa el estandar de la cronoestratigrafía del Cretácico, insistiendo en que la base de las edades relativas sean las amonitas. Por otra parte, las mejores edades radiométricas se obtienen de los minerales accesorios de las rocas ígneas, pero en muchos casos la asignación de esa edad al esquema cronoestratigráfico europeo es meramente especulativa o inferida.

El problema fundamental para el establecimiento de una escala geológica de tiempo para el Sistema Cretácico es la carencia de secciones tipo de referencia (estratotipos) que al mismo tiempo que sean de facies francamente marinas, contengan abundantes fósiles de grupos variados, y que además estén bien expuestas, permitiendo situar los límites inferior y superior de las unidades cronoestratigráficas.

El límite inferior y superior del Sistema Cretácico se ha establecido en 136 m. a. y 64 m. a. respectivamente. Estos límites absolutos están muy lejos de serlo, ya que tanto el límite Jurásico/Cretácico como el Cretácico/Terciario han causado grandes controversias (Gamper, 1977). La calibración de la escala geocronológica al marco cronoestratigráfico aún necesita mucho refinamiento. De la misma manera, la división del tiempo representado por el Sistema Cretácico (72 millones de años) es bastante problemática. En la actualidad se reconoce la subdivisión del Sistema Cretácico en doce pisos: seis para cada una de las series. De acuerdo con Kulp (1961, p. 1006) la duración en m. a. de cada piso es variada. Sin embargo, en la escala propuesta por

ese autor (Kulp, 1961, p. 1105-1114) se nota una diferencia notable en la duración de piso a piso, particularmente notable es la duración tan larga del *Cenomaniano*.

Por su parte Rubinshtein (1963, p. 27-43) se opone a la idea de Kulp (*op. cit.*) adoptando la tesis de que los pisos cretácicos deberían de tener una duración igual. Esa tesis fue también adoptada por Casey (1964, p. 198-199) quien elaboró una escala teórica del tiempo geológico para el Periodo Cretácico optando por subdividir este período en doce edades de igual duración (6 m. a. cada una), haciéndolas corresponder con los doce pisos clásicamente reconocidos en el Sistema Cretácico. De acuerdo con Casey (1964, p. 198-199) el límite entre las épocas Inferior y Superior del Cretácico corresponde a 100 m. a.

Aunque se cuenta con un número considerable de fechas radiométricas tanto de rocas sedimentarias (edades K/Ar) como de rocas ígneas (edades Rb/Sr), en la actualidad la escala geocronológica es bastante incompleta y aún se necesita de mucho trabajo combinado de cronoestratigrafía y geocronometría antes de poder llegar a la creación de una escala de tiempo satisfactoria para el Periodo Cretácico. Por el momento, muchas edades obtenidas por métodos radiométricos no necesariamente corresponden a las unidades cronoestratigráficas a las que se asignan.

EL LIMITE CRETACICO INFERIOR/CRETACICO SUPERIOR EN MEXICO

Como anteriormente se dijo, el hecho de que la cronoestratigrafía de los pisos limítrofes de las series cretácicas esté basada exclusivamente en la presencia de amonitas dificulta en gran medida el reconocimiento del límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior fuera de las áreas tipo. Este límite es aún difícil de establecerse en algunas regiones de Europa. El límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior establecido en Francia representa un cambio muy pequeño en el contenido de foraminíferos planctónicos, *i. e.* la primera aparición estratigráfica de *Thalmaninella evoluta* Sigal. Esta especie tiene una posición taxonómica inestable, siendo diferente el concepto que de ella se tiene en Europa y América. Los autores europeos incluyen en *Th. evoluta* Sigal lo que en América se reconoce como *Th. appenninica* (Gandolfi) con un rango estratigráfico inferior más amplio.

En México existen numerosos sitios donde afloran secciones cretácicas marinas ricas en foraminíferos planctónicos, notablemente entre ellos se pueden citar la Provincia de las Sierras Tamaulipecas, la Cuenca de Sabinas y la Sierra Madre Oriental. En esas regiones el límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior está contenido en rocas compactas, representando una secuencia homogénea de calizas micríticas de facies pelágica.

En base a los foraminíferos planctónicos el advenimiento evolutivo de la quilla periférica de los Hedbergelloidea (*i. e.*), la primera aparición evolutiva de *Thalmaninella ticinensis* representa un evento muy marcado en el tiempo que es de fácil reconocimiento. Este evento corresponde con la zona

de *Stoliczkaia dispar* del esquema bioestratigráfico basado en amonitas y al mismo tiempo cae en la base del Vraconense, por lo que aquí se propone para definir el límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior en México.

En base al criterio arriba expuesto, el límite Cretácico Inferior/Superior es desde el punto de vista práctico fácil de reconocer y corresponde con el límite inferior de la Serie Gulfiana. La primera aparición evolutiva de la quilla periférica de los foraminíferos servirá como punto de referencia para correlaciones estratigráficas. En las regiones hasta ahora estudiadas (Sierras Tamaulipecas, Golfo de Sabinas y Porciones de la Sierra Madre) el límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior cae dentro de la Caliza Cuesta del Cura.

Debido a la carencia de acuerdos internacionales aceptados se considera que por el momento el establecimiento del límite Cretácico Inferior/Superior en México basado en la evolución de los foraminíferos planctónicos permitirá realizar determinaciones cronoestratigráficas precisas y al mismo tiempo interpretar eventos geológicos con precisión en las diferentes provincias geológicas del país.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Uno de los problemas más sobresalientes en Estratigrafía es el establecimiento de los límites cronoestratigráficos, sobre todo aquellos de uso internacional como lo es el límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior.

El estudio de las microfaunas planctónicas llevado a cabo en las secuencias cretácicas mexicanas permite establecer un evento que podrá utilizarse como punto de referencia en las correlaciones regionales. En México los sedimentos cretácicos marinos son generalmente ricos en foraminíferos planctónicos y proporcionan ahora un medio para definir el límite entre las series cretácicas.

La primera aparición evolutiva de los Hedbergelloidea quillados es un rasgo bastante notorio y de fácil reconocimiento en las secuencias mexicanas por lo que se considera un criterio conveniente para delinear en México el límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior. Ese límite así establecido incluye la parte más alta del Albense en el sentido que fue definido por el Coloquio del Cretácico Inferior francés (1963).

La integración del límite establecido a la escala cronoestratigráfica europea es por el momento difícil. Sin embargo, se podrá realizar una vez que se llegue a acuerdos internacionalmente aceptados con respecto a los límites y caracterización de los pisos limítrofes de las series cretácicas. Asimismo, la calibración del límite Cretácico Inferior/Cretácico Superior a la escala de tiempo geológico es problemática. Por el momento las edades obtenidas serán de uso local y su asignación a las unidades cronoestratigráficas correspondientes es meramente especulativa.

En el presente trabajo se considera válido el Piso Vraconense debiéndose incorporar a la nomenclatura cronoestratigráfica. Este piso representa el tiempo comprendido en la duración de la zona de

Stoliczkaia dispar y la Zona de Intervalo *Th. tici-nensis/Th. evoluta* de los esquemas bioestratigráficos basados en amonitas y foraminíferos planctónicos respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó en la Sección de Estratigrafía del Instituto de Geología, UNAM, como parte del proyecto "Paleogeografía del Este-Central de México".

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Breistroffer, M., 1947, Sur les zones de Ammonites dans l'Albien de France et d'Angleterre. Trav. Lab. géol. Univ. Grenoble t. 26, p. 1-88.
- Casey, R. 1964, The Cretaceous period: Quart. J. geol. Soc. Lond. v. 120 S, p. 193-202.
- Collignon, M. 1965, Rapport sur l'étage Albien. in: Colloque sur le Crétacé Inférieur (Lyon, 1963): Mém. B.R.G.M. (34) p. 313-318.
- Colloque Sur le Cretace Supérieur Français. 1959: C. R. 84e Congr. Soc. Sav. Paris et Dépts. Dijon, 1959, 896 p. J. Roger, Editor.
- Colloque Sur le Cretace Inférieur Français. 1963: Mem. Br. Res. Geol. Min. (34). Editions B.R.G.M. 1965, 840 p.
- Dalbiez, F. 1959, Corrélations et résolutions. in: Colloque sur de Crétacé Supérieur Français (Dijon 1959): C. R. 84e. Congr. Soc. Sav. Paris et Dépts. p. 857-867.
- Gamper, M. A. 1977, Acerca del límite Cretácico Terciario en México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 1, p. 23-27.
- Hancock, J. M. 1959, Les Ammonites du Cénomanién de la Sarthe Colloque sur le Crétacé Supérieur Français (Dijon, 1959): C. R. 84e. Congr. Soc. Sav. Paris et Dépts., p. 249-252.
- Holmes, A. 1933, The thermal history of the Earth: Jour. Wash. Acad. Sci. v. 23, p. 169-196.
- 1959, A revised geological time-scale. Trans. Edinb. geol. Soc. v. 17, p. 183-218.
- Kulp, J. P. 1961, Geologic time scale: Science (133), p. 1105-1114.
- Longoria, J. F. 1975, Estratigrafía de la Serie Comancheana del Noreste de México: Bol. Soc. Geol. Mexicana XXXVI, p. 31-59.
- 1977, Bioestratigrafía del Cretácico Superior basada en foraminíferos planctónicos: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 1, p. 10-22.
- En preparación, Bioestratigrafía del Cretácico Inferior basada en microfósiles planctónicos.
- Longoria, J. F. y Gamper, M. A. 1976, Albian planktonic foraminifera from the Sabinas Basin of northern Mexico: Jour. Foraminiferal Res. v. VI (en prensa).
- Marks, P. 1967, Rotalipora et Globotruncana dans La Carie Theligny (Cénomanién), Dépt. de la Sarthe: Koninkl. Nederl. Akad. Wetenschappen Proc. Ser. B. v. 70 (3), p. 264-276.

- Moullade, M. 1966, Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé inférieur de la "fosse vocontienne": Doc. Lab. géol. Fac. Sc. Lyon (15), p. 1-369, 17 pls.
- Orbigny, A. d'. 1847, Paléontologie française. Terrains crétacés. Les Cephalopodes: 456 p. Publicado por el autor.
- 1850, Prodrome de Paléontologie stratigraphique, tome II, 428 p.; V. Masson, ed. Paris.
- Renevier, E. 1867, Notices géologiques et paléontologiques sur les Alpes vaudoises et les régions environnantes. V. Complement de la faune de Cheville: Bull. Soc. vaudoise Sc. nat. (9).
- Renz, O. y Luterbacher, H. P. 1965, Die Mittlere Kreide von La Vraconne bei Ste-Croix (Kt. Waadt): Bull. Ver. Schweiz. petrol.-Geol. u. Ing. v. 31 (81), p. 76-101.
- Rubinshtein, M. M. 1963, "Algunas interrogantes con respecto de una escala precisa y detallada de geocronología absoluta": Trudy Sessii Komissii po Opreddeniyu Absolyutnogo Geologicheskikh Formatsii (5), p. 27-44 (en ruso).