

MARIO TREJO

Mariante Castro M.
G 7 0 3 A

T I N T I N I D O S

M A R I O T R E J O

INVESTIGADOR DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
MEXICO, D.F.

CONTENIDO

PAGINAS

1. Tintínidos Mesozoicos de México	
Resumen	1
Introducción	2
Material y Técnica	3
Agradecimientos	3
Generalidades	3
Estructura y naturaleza química de la pared	5
Fenómenos de acreción y relleno	10
Alteraciones diagenéticas y metasomáticas	12
Envolturas micríticas y moldes	13
2. La familia Nannoconidae y su alcance estratigráfico en América. (Protozoa, incertae sedis).	
Introducción	15
Zonificación a base de Nannoconus	17
Datos sobre el Género Nannocunus	20
Sistemática	24
3. Two new Species of Calpionellites from the Valanginian of México and Spain.	
Abstract	25
Introduction	25
Paleontological description	26
References	28
Plates	28

Selección de artículos:
Responsabilidad de Mario Trejo.

TINTINIDOS MESOZOICOS DE MEXICO
(Taxonomía y Datos Paleobiológicos)

M. Trejo*

R E S U M E N

El presente trabajo está basado en el estudio de secciones delgadas correspondientes a varios cientos de muestras, principalmente de calizas, obtenidas del subsuelo o de levantamientos geológicos de superficie, las que por su contenido en megafósiles o por su posición estratigráfica, ofrecen datos especialmente útiles en cuanto se refiere a la edad, taxonomía, aspectos paleoecológicos y de estructura y naturaleza química de la pared de los tintinidos mesozoicos.

En cuanto a la conservación de estos microfósiles, se ejemplifican deformaciones y roturas, alteraciones de la estructura calcítica original de la pared y precipitaciones ferruginosas en la misma.

Por primera vez se describen casos de substitución parcial de la calcita de la pared por sílice secundaria en *Tintinnopsella*, *Remaniella* y *Calpionellopsis*.

Se dan a conocer moldes y envolturas microfíticas en tintinidos berriasianos, los que aún conservan la pared original.

Los estudios entre nicoles cruzados, hechos por Remane en *Calpionellopsis* (1964), en *Remaniella* (1968) y *Colomiella* (no publicados), se hacen extensivos a los principales géneros de calpionélidos (s.l.) y a los tintinidos titoniano-aptianos de pared calcárea microgranular. Algunas formas (*Calpionellopsis*, *Colomiella mexicana*) presentan extinción del collar a 45° de giro en relación a los planos de polarización de los nicoles cruzados y a la posición de extinción de las paredes laterales de la lóriga. Esto se debe, como ya lo indicó Remane, a la diferente orientación de los elementos cristalográficos del collar con respecto a los de la lóriga. Los demás calpionélidos (excepto *C. recta* y *C. coahuilensis*) se comportan de manera similar a la anterior, pero es a causa de su

morfología, más que a una diferenciación cristalográfica en el collar; en ellos se considera que todos los ejes *c* de los fibrocristales están orientados perpendicularmente a la pared de la lóriga y del collar. En relación con esto, es muy significativa la existencia de ejemplares de *Remaniella* que presentan la pared y a veces el collar, constituidos por cristalitas de sección alargada rectangular perpendiculares a la pared, como consecuencia tal vez de una recristalización o reorganización de los fibrocristales originales invisibles, en paquetes de fibras con la forma indicada.

Colomiella recta y *C. coahuilensis* presentan en sección longitudinal, extinción del collar en posición paralela a los planos de polarización de los nicoles cruzados, debido a que los ejes *c* de los fibrocristales de la pared del collar son perpendiculares a ella; en sus secciones transversales (al menos en *C. recta*), se presentan las ramas de la falsa cruz de interferencia a 45° con relación a los planos de polarización de los nicoles cruzados; en estas secciones los elementos cristalográficos tienen sus ejes *c* inclinados 45° con relación a un plano tangente a la pared. En secciones semejantes correspondientes presumiblemente a las lórigas de los demás calpionélidos, las ramas de la cruz negra son paralelas a los planos de polarización de los nicoles; la orientación cristalográfica es radial.

Un caso aparte lo constituye *Calpionellopsella*, cuya lóriga presenta en sus partes paralelas las ramas de la cruz negra, con orientación de 45° respecto a los nicoles cruzados.

Todo lo anterior permite, en casos difíciles de identificación, diferenciar unas especies (o géneros) de otras y en ocasiones inclusive a calpionélidos (s.s.) de colomiélidos.

Los deflandronélidos, por su estructura calcárea microgranular se distinguen fácilmente de los calpionélidos (s.l.), así como de los tintinidos actuales. *Deflandronélidos* y *Chitinoidella*, con la que tienen en común la estructura, forman un grupo independiente de las dos superfamilias propuestas por Bonet (1956:29, 30) (*Tintinnidea* y *Calpionellidea*) y al mismo nivel taxonómico, para el que aquí se propone la Superfamilia *Deflandronellidea* nov., sobre la base de poseer la pared con estructura calcárea microgranular, sin materia orgánica: Familia *Deflandronellidae* nov., Gargasiano Superior; o con materia orgánica: Familia *Chitinoidellidae* nov., Jurásico Superior.

Se describe una nueva especie de *Stenosemellopsis*, *S. fragilis* nov. sp. del Titoniano Superior—Berriasiano basal.

Se reagrupan los géneros *Calpionellopsis*, *Calpionellites* y *Remaniella* en la familia *Colomiellidae*, por presentar el collar separado de la lóriga, como es característico de esta familia.

Finalmente se dan a conocer para México, algunos géneros ya conocidos en Europa: *Crassicollaria* (con tres especies), *Lorenziella* (con dos especies) y *Remaniella* (con dos especies).

Las diversas especies de tintínidos fósiles de México forman parte, desde su aparición en el Titoniano Superior hasta su temporal extinción, probablemente en el Hauteriviano Inferior, de sucesivos grupos de microfósiles que caracterizan tres grandes zonas bioestratigráficas, divididas en nueve subzonas, cuyo alcance estratigráfico al detalle sirve de motivo para un estudio posterior al presente.

Aunque con algunas diferencias, en cuanto a su nomenclatura y alcances estratigráficos, estas biozonas concuerdan con las de Remane (1963, 1968) y Allemann, Catalano, Fares y Remane (1971) y constituyen el intento más reciente para establecer una correlación entre Europa y América basada en los tintínidos fósiles. Por lo cual el autor (1975) propuso extender a México, para fines de correlación intercontinental, las cuatro zonas estándar de tintínidos propuesta por esos autores para el mediterráneo occidental.

Por lo que toca a los tintínidos del Aptiano Superior y del Albiano Inferior, Trejo (1975: 14, 15; Fig. 5) propuso una zonificación basada en dichos microfósiles que comprende parte de esos pisos y cuya taxonomía se complementa con la presente.

INTRODUCCION

OBJETIVOS

Las secciones delgadas de las calizas titoniano—aptianas de México, presentan frecuentemente un contenido de microfósiles pelágicos, constituido principalmente por *Nannoconus*, *Globochaete alpina*, foraminíferos, radiolarios, cocolitofóridos y tintínidos.

Estos últimos microfósiles presentan unas sencillas y delicadas lórigas, generalmente calcíticas, que han sido estudiadas por numerosos autores. En nuestro país, el principal trabajo publicado que ha hecho referencia a los tintínidos mesozoicos, es el de F. Bonet (1956), autor que propone para el grupo, una clasificación basada fundamentalmente en la naturaleza calcítica de la lóriga que los separa claramente, a nivel de superfamilia, de los tintínidos actuales que presentan lórigas constituidas por materia orgánica mal conocida.

Bonet agrupó a los tintínidos fósiles en dos familias: *Calpionellidae*, con collar unido a la lóriga o sin él y *Colomiellidae* con collar separado de la lóriga. Esta clasificación ha sido aceptada por la gran mayoría de los investigadores del grupo, aunque posteriormente a Bonet, se han publicado en el extranjero diversos estudios en los que se dan a conocer nuevos géneros y especies, cuyas características ópticas y morfológicas, así como las de los fósiles conocidos de antiguo, sugieren la necesidad de revisar la clasificación mencionada.

Esta necesidad se ha visto reforzada por los hallazgos relativamente recientes de tintínidos jurásicos en Europa y Cuba, que según sus autores, tienen lórigas con naturaleza en parte orgánica (como los tintínidos actuales) y en parte calcárea, participando por ende de características comunes a las dos superfamilias propuestas por Bonet, lo que hace difícil mantener su ubicación en uno u otro de estos grupos.

Por otra parte, se han descrito de México algunos tintínidos del Aptiano Superior, cuyas lórigas son exclusivamente calcáreas pero con estructura microgranular, complicando aún más la clasificación del grupo, ya que las diagnósticas de las familias y superfamilias establecidas no permiten incluir estos microfósiles en ninguna de ellas. Es por tanto, uno de los objetivos principales de este trabajo, proponer la ampliación de la clasificación del grupo, teniendo como base la propuesta por Bonet en 1956, con las transferencias que se consideran necesarias de acuerdo con todos los nuevos datos posteriores al trabajo de dicho autor.

Otros objetivos son estudiar la paleoecología; la existencia de moldes externos, deformidades y roturas de las lórigas que pueden inducir a errores de interpretación biológica o taxonómica, alteraciones de las lórigas, que pueden variar desde simples desarrollos secundarios de calcita hasta la recristalización total, con pérdida de la estructura

original fibrosa calcárea o la sustitución parcial o total por minerales de hierro y sílice.

Finalmente se describen aquellas especies existentes en México desconocidas en la literatura de nuestro país, con sus alcances estratigráficos, así como los alcances actualizados correspondientes a las especies dadas a conocer por Bonet, a la par que nuevos datos de los tintínidos del Aptiano Superior—Albiano Inferior de México.

MATERIAL Y TECNICA

El material estudiado proviene de núcleos de pozos y muestras de superficie correspondientes a las Formaciones La Casita (Jurásico Superior), La Peña (Aptiano Superior) y Tamaulipas Superior, parte inferior (Albiano Inferior), ubicadas en diversas localidades de los Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; de las Formaciones Pimienta (Jurásico Superior—Cretácico Inferior), Tamaulipas Inferior (Cretácico Inferior) y Otates (Aptiano Superior—Albiano Inferior) en los Estados de Tamaulipas y Veracruz, así como de la Formación Taraises en el Estado de Tamaulipas. Además, como material de comparación se utilizaron muestras colectadas en las localidades estudiadas por J. Remane, todas ellas de la fosa Vocontienne, Francia, las que fueron gentilmente enviadas por ese autor.

Para establecer las secuencias estratigráficas titoniano—albianas, se utilizaron algunas secciones geológicas correspondientes a trabajos de exploración realizados por J. Carrillo, por un lado, y por otro, por G. de la Torre en el área de Huizachal, Tamaulipas; la sección correspondiente al Jurásico—Albiano, medida por F. Bonet en el Cañón de La Boca, Nuevo León, así como muestras aisladas colectadas por diversos geólogos de la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos, en los estados y secciones antes mencionados, muchas de las cuales además de los microfósiles que son motivo de este trabajo, contienen numerosas amonitas que permitieron hacer las correlaciones estratigráficas. Dichas amonitas fueron clasificadas en parte por el Dr. R.W. Imlay y en parte por el Dr. A. Cantú, ambos en informes privados de Petróleos Mexicanos. Finalmente, como parte complementaria se estudiaron los intervalos que se consideraron convenientes, de varios pozos clásicos por su "nucleación" continua, ya estudiados por Bonet (1956) y por el presente autor (1960), además de otros pozos perforados recientemente.

te, permitiendo confirmar y en algunos casos completar lo observado en las muestras de superficie.

Como resultado de ese trabajo, se ha podido ampliar el conocimiento de los tintínidos fósiles mexicanos, así como el alcance estratigráfico general que se les conocía desde el trabajo de Bonet, extendiéndose dicho alcance por abajo de la Zona de Calpionella en el Titoniano Superior y por encima de la Zona de Colomiella del Barremiano—Aptiano, establecidas por este autor. Gracias a esto, puede establecerse una correlación más completa entre las zonas de tintínidos fósiles de México y Europa, considerando para ello naturalmente, los trabajos de todos aquellos investigadores que de una manera u otra han contribuido al conocimiento de estos microfósiles y su estratigrafía.

La técnica empleada, se basó en el uso de secciones delgadas de roca, ya descrita por Bonet (1956: 5, 6), observadas en microscopio petrográfico, con luz transmitida natural y polarizada y con luz reflejada. Ocasionalmente se estudiaron muestras de rocas friables, disgregadas y lavadas por los métodos usuales, a fin de observar algunos tintínidos en tres dimensiones.

AGRACEDIMIENTOS

El autor agradece al Dr. J. Remane el envío de materiales europeos y al Dr. F. Bonet las observaciones hechas al manuscrito. A las autoridades del Instituto Mexicano del Petróleo, por las amplias facilidades otorgadas al autor para la elaboración del trabajo.

GENERALIDADES

ALGUNOS ASPECTOS PALEOBIOLOGICOS

G. Colom (1965: 321—322; Pl. I y III, Fig. 1) describió en los tintínidos fósiles (Titoniano Superior de Grecia) los primeros casos de conjugación, en los cuales las lórigas de dos ejemplares permanecen cercanamente unidas "boca frente a boca" después de muertos y así se han conservado. Es indudable que sólo una ínfima minoría de los casos de conjugación están representadas en el registro fósil.

Colom no tuvo ninguna duda sobre su interpretación, debido a que

"la coïncidence est parfaite en ce qui concerne la position des tests" (p. 322) (y desde luego a que no se trataba de un caso aislado atribuible al azar), mencionando conjugación en formas semejantes a *Crassicollaria* y otras no identificadas pero más pequeñas, cilíndricas y de pared más fina (Pl. 1, Figs. 4 y 6 respectivamente, de Colom). Borza (1969: 107, 108; Taf. LXXXV, Figs. 11-12) sin dar mayores detalles, señala la presencia de casos de conjugación entre calpionélidos de los Cárpatos Occidentales.

Durante varios años, el autor del presente trabajo ha tenido la oportunidad de observar casos similares a los mencionados por Colom y Borza, en los que las lórigas se encuentran colocadas boca frente a boca, en ocasiones casi unidas (Lám. I, Fig. 1); otras veces las bocas están apenas separadas por una línea muy fina (Lám. I, Figs. 2-5) y finalmente, otros se encuentran tan íntimamente unidos por la boca, que ambos ejemplares forman un solo cuerpo (Lám. II, Figs. 3, 8, 10 y 11).

Es posible que todos estos casos, al igual que los europeos, representen efectivamente etapas de conjugación; pero existen numerosos casos muy similares que arrojan ciertas dudas a la interpretación dada por Colom.

En los ciliados desnudos, durante la conjugación, los individuos conjugantes se unen por sus citostomas tan íntimamente, que hay una fusión de parte de la membrana celular, lo que no impide que los conjugantes presenten la superficie libre de su membrana, suficientemente apta para la natación. En los tintínidos (s. l.) la conjugación implica la unión de las lórigas de ambos conjugantes, impidiendo sus desplazamientos voluntarios, ya que los aparatos locomotores de ambos quedan encerrados en las lórigas unidas. En los tintínidos actuales esto puede no tener mayor importancia en la flotación de los conjugantes, ya que de acuerdo con Kofoid y Campbell (1939: 19) "the indications are that lorica and animal have nearly the same specific gravity, so that little or no levitation is in operation".

Muchos de los tintínidos fósiles debieron morir cuando estaban en fase de conjugantes, cayendo entonces sus lórigas tan herméticamente unidas, que al depositarse no pudo penetrar en su interior el fino fango que había en el fondo (Lám. II, Figs. 3, 8, 10 y 11).

En ciertos casos de deformación de la lóriga por presión acompañada de pequeñas fracturas, sus secciones transversales u oblicuas podrían confundirse con secciones longitudinales de dos pequeños tintínidos en conjugación.

Por otra parte, en el material observado hay toda una gama de posiciones de dos ejemplares correspondientes al mismo género o a géneros distintos, que comprende: ejemplares dispersos (Lám. XVI, Fig. 17, *Tintinnopsella carpathica*); ejemplares próximos paralelos (Lám. IV, Fig. 25, *Calpionellopsis oblonga*) y con la boca hacia el mismo lado; próximos, paralelos y con las bocas en sentido opuesto (Lám. II, Fig. 7, *T. carpathica* y *Crassicollaria*); próximos no paralelos, con la boca hacia el mismo lado (Lám. IV, Fig. 14, *Calpionella alpina* y *T. carpathica*); con las bocas próximas pero perpendiculares entre sí (Lám. VI, Fig. 2, *Lorenziella* y otro tintínido no identificado); unidos por la región aboral (Lám. XVI, Fig. 1, *Tintinnopsella carpathica* y *Crassicollaria*); unidos lateralmente por la región oral (Lám. XV, Fig. 17, *Crassicollaria*) y finalmente próximos y boca frente a boca (Lám. I, Fig. 6, *T. carpathica* y *Remaniella*). Todos estos casos, a excepción del último, son de esperar que ocurran cuando cae una lluvia constante de conchitas sobre el fondo marino, de tal manera que su disposición debida sin duda al azar, carece de significado biológico.

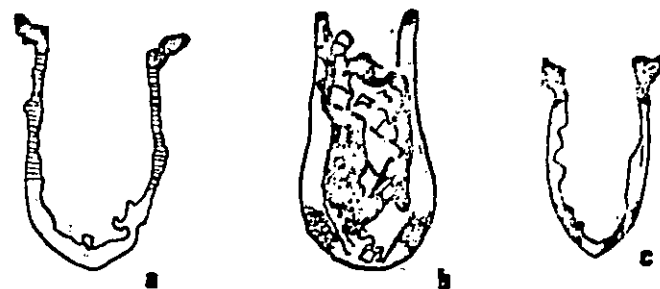


Fig. 1.— Substitución de la calcita original de la pared por sílice secundaria (parte oscura) en algunos calpionélidos (s.l.) vistos entre nicoles cruzados. a.— *Tintinnopsella longa* (las líneas paralelas en la pared, representan una recrystalización semejante a la de *Remaniella dadayi*). b.— *Calpionellopsis oblonga*; c.— *Tintinnopsella carpathica*. Sin escala.

En casos similares al último mencionado (Lám. I, Fig. 1, *T. carpathica*), por lo demás, muy poco frecuentes comparados con el gran número de ejemplares que hay en cada muestra, aunque pudieran ser también atribuibles al azar, pudieron deberse a actos de canibalismo (Lám. II, Fig. 9, dos ejemplares de *Crassicollaria*) o de depredación, o al igual que aquellos casos de lórigas íntimamente unidas boca a boca (Lám. II, Figs. 3, 8, 10 y 11) en las que según sus características los ejemplares de cada par corresponden a la misma especie, también pueden efectivamente representar conjugantes.

Con bastante frecuencia se pueden observar posibles casos de depredación en que una lóriga pequeña se encuentra en el interior de otra generalmente más grande, correspondiendo ambas no sólo a especies, sino a géneros distintos, muchas veces indeterminables (Lám. I, Figs. 8, 14, 15, 17 y 18; Lám. III, Figs. 3-5 y 7; Lám. VI, Fig. 1). En otras ocasiones es relativamente fácil reconocer al depredador (Lám. I, Figs. 7 y 12, *Remaniella*, Fig. 16 *R. dadayi*; Lám. II, Fig. 1 *Calpionella alpina* y Fig. 4 *Crassicollaria massutiniana*) a la presa (Lám. I, Figs. 9 y 10, *Calpionellopsis oblonga*; Lám. III, Fig. 2, *Tintinnopsis carpathica*) o a ambos (Lám. I, Figs. 11 y 13 depredador *R. dadayi*, presa *C. oblonga* y Lám. III, Fig. 6, depredador *Remaniella cadishiana*, presa *C. oblonga*; Lám. III, Fig. 1, depredador *R. cadishiana*, presa *Calpionella alpina*).

Aunque la célula del depredador no podría devorar la lóriga de la presa, una vez muerta ésta, en la mayoría de los casos la lóriga ya vacía, caería al fondo marino; pero debió ocurrir un elevado número de casos en que esas conchas se alojaron en el interior de las conchas de los depredadores, hasta la muerte de ellos cayendo entonces las lórigas hasta el fondo, una dentro de la otra.

Otras veces la relación depredador—presa, se realizó entre tintínidos y otros grupos poco conocidos (Lám. III, Fig. 8, depredador *Calpionellopsis simplex*, presa *Globochaete alpina* inc. saed.) y finalmente, como es bien sabido, a través de los tintínidos actuales como de los fósiles, las presas más comunes son los cocolitofóridos cuyos esqueletos pueden eventualmente caer en el interior de los tintínidos (Lám. III, Fig. 9, *T. carpathica* con una cocsfera en su interior y Figs. 12-14 y 17-18; un caso similar al primero en tintínidos recientes se puede ver en las Figs. 3-5 de la Lám. 165 de Tappan y Loeblich, 1968), o con mucha frecuencia ser íntegramente

aprovechados; ya que muchos de los tintínidos actuales como lo hicieron los fósiles (Noël 1957: 190-193, Pl. X. y XI) devoran la parte viva del cocolitofórido y adhieren a la pared de su lóriga cocolitos sueltos. No obstante lo anterior, muchos de estos casos y de los siguientes, pudieran también deberse a una casual introducción de unos restos dentro de los otros.

La presencia de una cocsfera(?) mal conservada en el interior de tintínidos fósiles, induce a dudas, sobre si son verdaderos casos de depredación en que unos fueron presas de los otros o se trata de formación de quistes de resistencia en tintínidos bajo condiciones adversas (Lám. II, Figs. 2 y 5; Lám. III, Figs. 10, 11, 15 y 16).

Estos casos que representan aspectos de la biología de los tintínidos fósiles, conjugación, depredación y quistes de resistencia, además de estar sujetos a las dudas razonables que pudieran ser atribuibles al azar, sugieren un cabalgamiento, por cuanto toca a la interpretación de sus límites, que impide asignar, sin lugar a duda, dichos casos a una u otra causa. No obstante que ello permite solamente conocer pequeños detalles de la biología de ese grupo, poco a poco irán surgiendo los eslabones faltantes que permitan substituir en el conocimiento, los hechos imaginados por los hechos ocurridos. Bonet (1956: 40, Lám. XVIII, Fig. 1; Lám. III, Fig. 16 del presente trabajo), inició en su trabajo, la interpretación de "quistes de resistencia o esporíferos" y Colom (1965) hizo los primeros estudios sobre la conjugación entre los tintínidos fósiles. El presente autor reconoce que los trabajos de esos investigadores han sembrado la inquietud por el conocimiento de la biología del grupo, además del indudable valor que sus observaciones tienen en este sentido.

ESTRUCTURA Y NATURALEZA QUIMICA DE LA PARED

En los tintínidos actuales, la lóriga es de naturaleza orgánica, presentando muchas de sus especies, en la superficie externa de la pared, materiales arenáceos aglutinados (*Tintinnopsis*), o bien placas sueltas de cocolitofóridos *Acanthostomella*, *Protorhabdonella*, *Codonellopsis*, etc.). Entre los tintínidos fósiles, la gran mayoría poseyeron lóriga originalmente calcárea, como lo demostraron ampliamente los trabajos de Colom (1948), Bonet (1956) y después Remane (1963) y Tappan y Loeblich (1968). Con posterioridad a

Bonet todos los autores aceptan ese punto de vista, que sirvió como base a dicho autor, para agrupar en dos superfamilias a todos los tintínidos hasta entonces conocidos.

En 1964, Remane (p. 43-46) dió a conocer el resultado de sus estudios sobre el comportamiento óptico, entre nicoles cruzados, de *Tintinnopsella oblonga*, *Calpionellopsis simplex*, *Calpionellopsis thalmanni* y *Calpionellites neocomiensis*. De acuerdo con estos estudios, la zona oral de dichas especies extingue en ángulo de 45° con respecto a la posición en que extingue la pared; en consecuencia, dicha zona tiene una orientación cristalográfica diferente de la misma. Las conclusiones de ese autor fueron: 1o.— La especie *Tintinnopsella oblonga* corresponde al género *Calpionellopsis*; 2o.— La especie *C. neocomiensis* sólo es una forma especial de conservación de *Calpionellopsis oblonga* o de *C. simplex*; y, 3o.— *C. thalmanni* es sinónimo de *C. oblonga*.

Más tarde, Remane (1966, in litt.) comunicó a Bonet el resultado de estudios similares a los anteriores, hechos en *Colomiella mexicana* y *C. recta*, según los cuales, las secciones transversales de estos tintínidos presentan, entre nicoles cruzados, la falsa cruz de interferencia en ángulo de 45° respecto al plano de polarización de los nicoles, en tanto que en todos los demás calpionélidos, los brazos de la cruz negra son paralelos a dichos planos. Remane sugiere la posibilidad de que si el carácter es constante, pudiera utilizarse para distinguir calpionélidos y colomiélidos. También encontró diferencias en las propiedades ópticas de las secciones longitudinales de las especies de *Colomiella*, aunque no indicó en qué consistían.

El autor del presente trabajo, a sugerencia de Bonet, inició por su parte, después de los trabajos de Remane, un estudio similar al de este autor, utilizando para ello numerosos materiales mexicanos que contienen la gran mayoría de las especies del Titoniano—Valanginiense, materiales del Aptiano—Albiano de México y materiales europeos del Titoniano Superior enviados gentilmente por J. Remane. Estos últimos contienen ejemplares de las diversas especies de *Crassicollaria* y de *Calpionella* principalmente. Posteriormente, se encontraron por primera vez en materiales mexicanos; ejemplares de tres de las especies de *Crassicollaria*, que fueron sometidos al mismo estudio, al igual que *Calpionella*, *Calpionellopsis*, *Calpionellopsella*, *Calpionellites*, *Tintinnopsella*, *Lorenziella*, *Stenosemellopsis*, *Remaniella* y *Colomiella*, que son considerados en el presente trabajo como los más representativos de la superfamilia *Calpionellidea* Bonet.

Asimismo, se estudiaron entre nicoles cruzados los nuevos tintínidos del Aptiano Superior—Albiano Inferior de México. A continuación se consignan los resultados obtenidos.

1.— Las secciones transversales de los calpionélidos (s.l.) vistas entre nicoles cruzados, presentan las cuatro ramas de la falsa cruz de interferencia, en unos casos orientadas a 45° en relación a los planos de polarización de los nicoles (*Colomiella recta* y probablemente *Colomiella coahuilensis*, Fig. 2 x) y en otros, las ramas son paralelas o coinciden, dos a dos, con dichos planos de polarización (demás calpionélidos, Fig. 2 u). En el primer caso, los ejes "c" de los fibrocristales forman un ángulo de 45° con el radio (Fig. 3 F) y en el segundo caso dichos fibrocristales tienen una disposición radial (Fig. 3 B, D). En todo caso se ignora cuales secciones corresponden al collar y cuales al cuerpo principal de la lóriga, aunque si ésta es muy grande y aquel pequeño, las secciones casi seguramente corresponden a ella y viceversa.

2.— Todas las secciones axiales de los calpionélidos (s.l.) bien conservados, presentan las ramas de la falsa cruz de interferencia. Cuando estas secciones corresponden a formas con collar cilíndrico y éste se extingue paralelamente a los planos de polarización de los nicoles (*Colomiella recta* y *Colomiella coahuilensis*, Fig. 2 v y Fig. 2 y respectivamente), los ejes "c" de los fibrocristales que constituyen la pared del collar, son normales a la misma (Fig. 3 E); si por el contrario, la extinción del collar cilíndrico se realiza a 45° en relación a los planos de polarización de los nicoles (*Calpionellopsis* y *Colomiella mexicana*, Figs. 2 h y 2 t), los ejes "c" de los fibrocristales tienen una orientación de 45° con respecto a la pared del collar (Fig. 3 C). Finalmente, en las secciones axiales de especies con collar no cilíndrico, éste presenta extinción (parcial o total según su forma) cuando el eje de la lóriga está orientado a 45° respecto a los planos de polarización de los nicoles (demás calpionélidos, Fig. 2: b, d, f, j, l, n, p, r); la orientación de los ejes "c" de los fibrocristales del collar parece ser normal a la pared del mismo (Fig. 3 A).

Los tres casos considerados en el inciso anterior, presentan en el cuerpo principal de la lóriga, las ramas de la falsa cruz de interferencia paralelas a los planos de polarización de los nicoles (Fig. 2: a, c, e, g, i, k, m, o, q, s, v, y), consecuentemente los ejes "c" de los fibrocristales de la lóriga tienen una orientación normal a la pared de la misma (Fig. 3: A, C, E). De esto resulta que los calpionélidos comprendidos en el



Fig. 2

primero y en el último de los casos mencionados, tienen en la lóriga la misma orientación cristalográfica que en el collar; mientras que los comprendidos en el segundo caso tienen en la lóriga una orientación cristalográfica diferente de la del collar.

En el caso particular de *Calpionellopsella*, las ramas de la cruz negra se presentan en las partes más o menos paralelas de la lóriga, cuando ésta tiene una orientación de 45° con relación a los nicoles, por lo tanto, los ejes *c* de sus fibrocristales están orientados a 45° con relación a la superficie de la pared (Fig. 3a).

En cualquiera de los casos, las ramas de la falsa cruz de interferencia pueden ser muy cortas o muy amplias e inclusive fraccionarse en pequeñas zonas de extinción, dependiendo para ello de la forma de la lóriga o del collar o de ambos (Ver Fig. 2).

En relación al problema general de la orientación cristalográfica de las fibras calcíticas que constituyen la pared de estos calpionélidos, se han observado varios ejemplares de *Remaniella*, que con luz natural, muestran la mayor parte de la pared lateral y a veces el collar, constituidos por finos cristales de calcita rectangulares, alargados y dispuestos perpendicularmente a la superficie de la pared formando el espesor de la misma. Entre nicoles cruzados, las zonas donde normalmente se ven las ramas de la falsa cruz de interferencia, cuando el eje de la lóriga es paralelo a los planos de polarización de los nicoles (Fig. 2 a), presentan una clara secuencia de manchas alargadas claras alternando con otras oscuras que permiten ver con más nitidez ese arreglo cristalino, producto tal vez de una recristalización regular poco común, según la cual, las fibras calcíticas originales se soldarían formando los cristales mencionados o sufrirían una disolución y reprecipitación casi simultánea de paquetes de fibras cristalinas.

Las observaciones hechas en secciones axiales de *Colomiella recta* y *C. mexicana*, fueron confirmadas por Remane (in litt.) en materiales tunecinos, pero este autor observó que en todas las secciones transversales la cruz negra formaba ángulo de 45° con los planos de polarización de los nicoles. Esta divergencia con lo observado aquí para *C. mexicana*, puede deberse como él mismo sugiere, a la escasez de esta especie en sus muestras.

3.— Recientemente, se ha encontrado en materiales del Aptiano

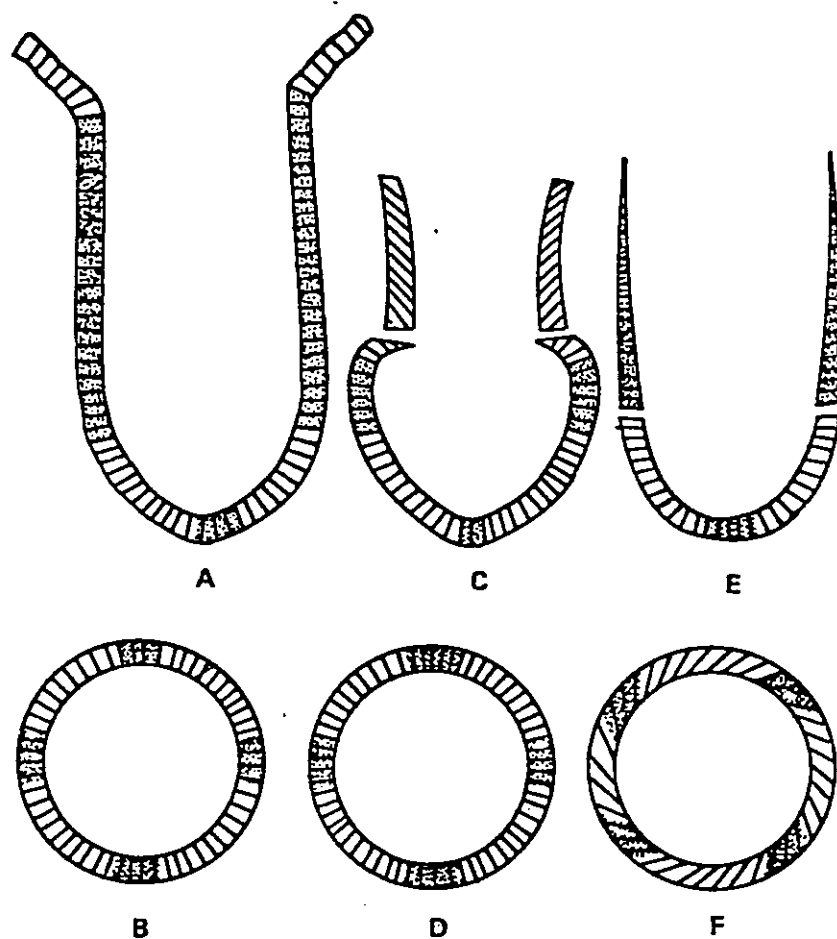


Fig. 3.— Disposición de los ejes *c* de los fibrocristales que constituyen la pared de los calpionélidos (s.l.), inferida del comportamiento de aquélla cuando se observa entre nicóles cruzados (las secciones axiales son paralelas a los planos de polarización de los nicóles). A.— *Tintinnopsella carpathica*, sección axial; B.— *Ibid*, sección transversal. C,D.— *Colomiella mexicana*, sección axial y sección transversal respectivamente. E,F.— *Colomiella recta*, *ibid*. Sin escala.

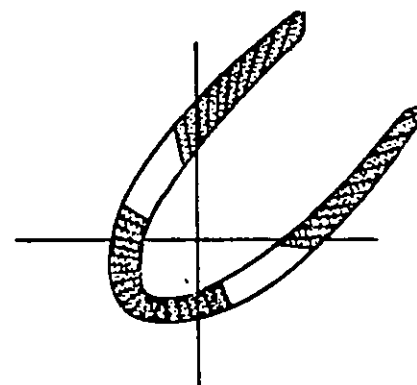


Fig. 3a.— *Calpionellopsella maldonadoi* mostrando la orientación cristalográfica cuando se encuentra en ángulo de 45° con relación a los planos de polarización de la luz. Sin escala.

Superior de México, un nuevo grupo de tintfnidos cuyas lórigas están constituidas por calcita finamente granular, cuyos cristales, de difícil resolución aún vistos con objetivo de inmersión, se agrupan en dos delgadas capas que a su vez constituyen la pared de la lóriga (Fig. 4 d, i, l). Entre ambas capas se nota una tenue línea que parece ser la correspondiente a la superficie de contacto entre los cristalitas de una y otra.

Cuando se observan estos tintfnidos en luz natural y se gira la platina, la pared cambia su coloración y virtualmente desaparece el arreglo en dos capas que presentan los cristales de la pared. Como resultado, las lórigas parecen tener la pared formada por una sola capa de calcita microgranular (Fig. 4 a-c), como la de los moldes descritos al final del capítulo, que apenas se diferencia de la matriz envolvente por su tonalidad un poco más oscura (Lám. XX), pues los límites entre unos y otra son poco marcados y no permiten una resolución clara del fósil. En estas condiciones, cuando la muestra es examinada con bajo aumento, los tintfnidos permanecen casi invisibles, siendo necesario utilizar luz convergente a fin de aumentar el contraste entre éstos y la matriz.

Entre nicoles cruzados, la pared de la lóriga da siempre extinción de agregado y con luz natural incidente adquiere aspecto lechoso.

En estos tintfnidos, a pesar de haberse estudiado cerca de cien ejemplares, no se encontró la menor traza de materia orgánica entre las capas de la pared, ni entre los cristales que la forman, aunque sí se encontraron restos orgánicos entre los cristales de calcita que rellenan las lórigas, fuera de ellas en la matriz envolvente y también en el interior de las cámaras de algunos de los foraminíferos acompañantes. Tampoco se encontraron residuos orgánicos, en los ejemplares contenidos en preparaciones delgadas de calizas muy arcillosas que fueron tratadas con ácido clorhídrico o ácido acético en concentraciones menores del 50%. En estos casos, el ácido atacó la pared disolviéndola lenta y totalmente, sin dejar residuos insolubles en ella, ni orgánicos, ni arcillosos, quedando sólo el hueco que ocupaba la pared del fósil enmarcado por la arcilla contenida en la roca y adquiriendo entonces dicho hueco, el aspecto de un calpionélido común (Fig. 4 e-h, m).

Por el contrario, en otros microfósiles (*Cadosina?* sp. y foraminíferos arenáceos) que presentaban un material de color ámbar, seguramente orgánico, éste se conservó intacto después de desaparecer la calcita que formaba sus conchas.

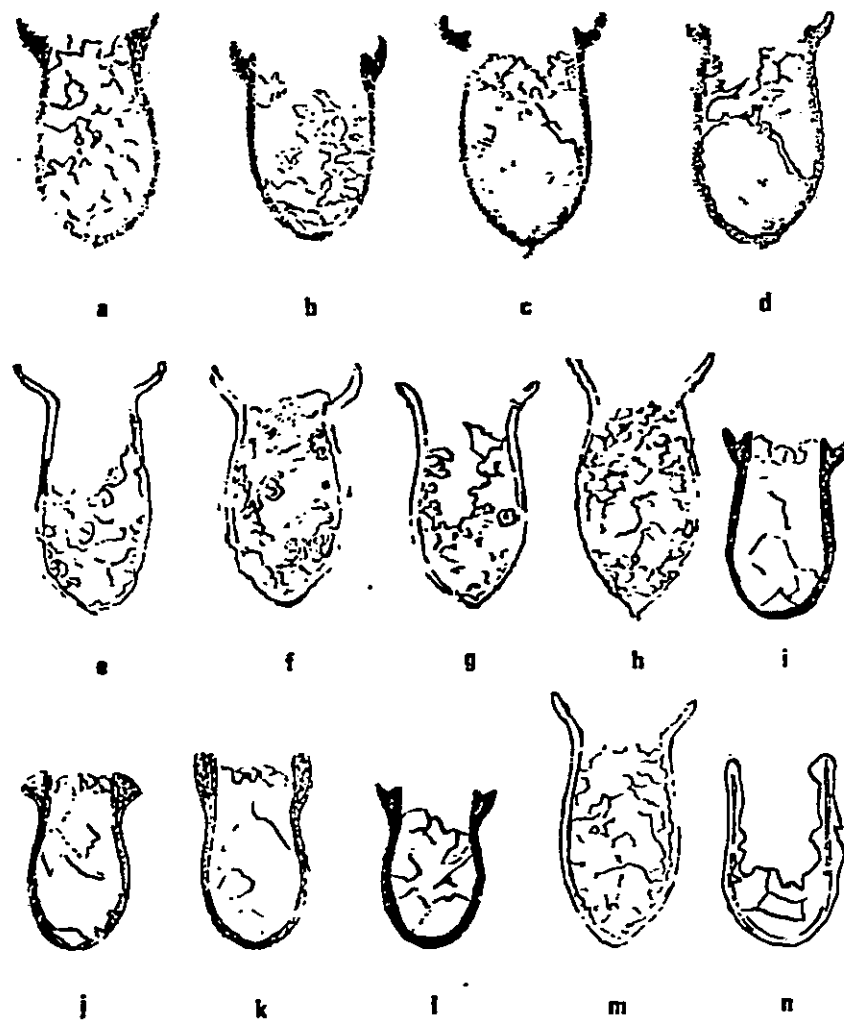


Fig. 4.— *Deflandronélidos* y *colomiélidos*. a-d: *Deflandronella veracruzana*, x 260; e-h, m: *Parachitinoidea cuvillieri*, ejemplares tratados con ácido acético en solución al 10%, x 270; i-l: *Deflandronella tenuis*, x 285; n: *Colomiella recta* mostrando la pared original cubierta interior y exteriormente por calcita de neoformación, x 285.

Tanto en Europa (Doben 1963, Borza 1965, 1966, 1969) como en Cuba (Furrazola-Bermudez, 1965) se han descrito tintínidos del Títoniano Medio, cuyas lórigas, según esos autores, contienen cantidades más o menos apreciables de materiales orgánicos "originalmente quitinosos" (Furrazola, p. 10), o que consisten en una substancia orgánica de color pardo oscuro (Borza 1965: 3). Estas especies han sido reunidas por Borza (1966: 262, 263) bajo el género *Chitinoidea* Doben, 1963, asignado con reservas a la familia Codonellidae. Doben, el autor de *Chitinoidea*, describió unas formas de transición entre este género y las calpionelas, provistas de una pared constituida por dos capas: "l'une, a l'extérieur, de matière "organique", et l'autre, interne, de calcite" (Remane, 1969: 580).

A juzgar por las figuras de Furrazola Bermudez (1965; Planas 2, 3 y 5) y de Borza (1965, Taf. I y II, 1966, Taf. IX y X; 1969, Taf. LXV, Figs. 5-16, Taf. LXVI, LXVII, LXVIII y LXIX, Figs. 1-8) la pared de los ejemplares de *Chitinoidea*, tiene la apariencia de estar constituida por calcita finamente granular, que le confiere coloración oscura similar a la de los tintínidos microfíticos del Aptiano Superior de México y a la de las envolturas de igual naturaleza que se describen posteriormente, lo que ha sido constatado por el presente autor en ejemplares de *Chitinoidea*, gentilmente prestados por el Dr. R. Lehmann (la formación de esas envolturas, moldes externos y los casos de silicificación parcial de la lóriga en tintínidos del Berriasiano, podrían explicar las formas transicionales de Doben).

Al examinar los materiales con *Chitinoidea* de Doben, Remane (1969: 580) observa: "Cette espèce, qui par son aspect rappelle beaucoup *Tintinnopsella carpathica*, posséderait, selon Doben, une loquette purement organique (albuminoïde). Borza (1966) a cependant démontré qu'il n'en est pas ainsi. Il est vrai que la lorica montre une teinte brunâtre en lumière transmise, mais en lumière réfléchie elle apparaît blanche et opaque. De plus, la structure du test est nettement microgranulaire avec de petits grains minéraux (vraisemblablement calcaires) soudés par un ciment organique. J'ai pu vérifier ces observations de Borza sur les originaux de Doben; on dirait que *Chitinoidea* possède un test calcaire porcellané, car en lame mince il présente le même aspect que celui des Miliolidae. La position taxonomique de *Chitinoidea*, qui avait été attribué avec réserve aux Codonellidae (Doben, 1963) devient de ce fait aussi douteuse que celle des Calpionelles" Remane agrupó estos tintínidos bajo una "Familie indéterminée" de la superfamilia Calpionellidae Bonet, 1956.

Tanto los nuevos tintínidos del Aptiano Superior, como las formas atribuidas a *Chitinoidea*, tienen en común con los Calpionellidae que sus lórigas están constituidas de calcita, pero en contraste con estos últimos, aquéllos poseen en su pared una organización microgranular, que entre nicules cruzados da extinción de agregado.

Por otra parte, la presencia de materia orgánica en la pared de *Chitinoidea*, coloca a este género en una posición taxonómica intermedia, entre los tintínidos actuales (pared orgánica) agrupados por Bonet en la superfamilia Tintinnidea y los fósiles (de pared calcítica) reunidos por el mismo autor en la superfamilia Calpionellidae, por lo que se propone para los tintínidos de pared microgranular un nuevo grupo a nivel de superfamilia, cuya diagnosis se da a conocer en el capítulo correspondiente.

FENOMENOS DE ACRECION Y RELLENO

Generalmente, las lórigas se encuentran con pared bien definida y constituida por calcita hialina, en tanto que la cavidad está rellena de calcita micro o criptocristalina (Láms. I, III, V, VIII, IX, XI, XII, XVI-XVIII), igual a la que constituye la matriz envolvente.

En ocasiones, la pared de las lórigas presenta engrosamientos más o menos irregulares, debido a desarrollos secundarios de calcita, como ya lo hicieron notar Cadisch (1932) y Bonet (1956). Remane (1963: 28-29) estudió con gran detalle estos engrosamientos de la pared, llegando a dos importantes conclusiones que se pueden resumir así: 1o.— El espesor de la pared en ejemplares de la misma especie varía mucho, dependiendo del tamaño del grano de la matriz envolvente. En las calizas berriasianas, que son de grano muy fino y arcillosas, la pared de los tintínidos es muy delgada; en cambio en las calizas más puras del Títoniano Superior, el grano es más grueso y los tintínidos tienen una pared de mayor espesor. En México hay ejemplos muy claros de lo anterior, pero generalmente son más puras las calizas cretácicas (Láms. I, III, IV, V, VI, etc.), que las jurásicas (Láms. II, XIII y XIV), lo cual no contradice la conclusión de Remane, 2o.— Las fibras radiales de la testa empiezan a crecer sintaxialmente hacia el interior de la lóriga, después que ésta se ha depositado en el limo calcáreo, determinando un engrosamiento secundario de la pared con igual orientación cristalográfica.

Esto explica, como lo indica Remane, aquellos casos en que las lórigas presentan su pared delimitada por un contorno "toujours bien dessine et suit un tracé continu" (Rem. l.c.), en tanto que el interior es irregular en la mayoría de los ejemplares (Lám. XII, Figs. 21-23, 31-33). En estos casos, la mayor parte de la cavidad presenta un relleno microcristalino de calcita, aunque frecuentemente se pueden observar lórigas que conservan su pared con espesor normal y uniforme, con un relleno en la cavidad, constituido por uno o dos monocristales de calcita espática (Lám. IV, Fig. 16; Lám. XII, Figs. 3, 8), sin que haya continuidad óptica a la luz polarizada entre unos y otra. En otras ocasiones, la acreción es tal, que borra literalmente el límite interno de la pared (Lám. V, Fig. 1), presentándose todos los casos intermedios entre este tipo y el anterior (Lám. XII, Figs. 34-40 y Láms. XIII y XIV). En estos casos, lo mismo puede ser la matriz de calcita microcristalina, que compuesta por grandes cristales o de naturaleza criptocristalina arcillo-carbonosa; hay por consiguiente, cierto grado de independencia entre la acreción por una parte y la pureza de la matriz o el tamaño de su grano por otra.

También es frecuente hallar ejemplares, cuya pared presenta el contorno externo bien o mal definido en tanto que el interno está bien definido; estos ejemplares presentan invariablemente un estado de acreción en diversos grados de avance en el extremo aboral (Lám. IV). En estos casos sólo hay continuidad óptica en las partes en que han sido borrados los límites entre la pared y el relleno, extendiéndose hasta éste, la falsa cruz de interferencia, permaneciendo el resto del relleno con polarización de agregado.

Lo anterior parece deberse a que la acreción se inicia en el fondo de la lóriga, en el extremo aboral, a partir de los fibrocristales de la pared, hasta el punto en que convergen todos, conservando la orientación cristalográfica de aquélla, por lo que vistos entre nicóles cruzados presentan la cruz negra de extinción con su centro, coincidiendo con el punto de convergencia, en tanto que el resto de la cavidad conserva un relleno de lodo calcáreo micro o cripto-cristalino, similar al de la matriz envolvente (Lám. IV, Figs. 1-5). Esto deja la superficie interna de la pared lisa o con muy pequeños engrósamientos, mientras que la superficie externa puede quedar sujeta a acciones de disolución. De esta manera, la acreción avanza hacia el extremo oral (pueden verse diversos grados de avance en la Lám. IV, Figs. 4-7, 15, 17, 18, 21-25; Lám. VI, 7, 8; Lám. IX, Fig. 7), siendo la superficie de contacto con la parte

microcristalina ligeramente cóncava o un poco cónica (Lám. IV, Figs. 4 y 5). En ambos casos los cristales crecen formando una columna central a lo largo del eje óptico de la lóriga (Lám. IV, Figs. 8-14, 17 y 18); alrededor de la columna, entre ella y la pared, queda un estrecho espacio cuyo relleno (todavía de caliza microcristalina) en algunos casos alimenta crecimientos radiales posteriores de la columna central, reduciendo aún más la separación entre ésta y la pared (Lám. IV, Figs. 11-15; Lám. V; Fig. 2).

A veces, la acreción aunque se inicia también en el fondo de la lóriga, no se realiza a partir de crecimiento secundario sintaxial de los fibrocristales, sino que se hace a expensas del relleno mismo (Lám. IV, Fig. 25, ejemplar de la derecha; Lám. VIII, Fig. 1) siendo las etapas finales, la formación de un mosaico de cristales más grandes que los de la matriz (Lám. IV, Fig. 20; Lám. VII, Figs. 8-15; Lám. XIX, Figs. 1-5, 11-14) o la constitución de un monocristal (Lám. IV, Fig. 16; Lám. XII, Figs. 3, 8, 35, 36; Lám. XIII y XIV) que ocupa por completo la cavidad de la lóriga, formando verdaderos "vaciados" internos, algunos de los cuales no conservan ni un pequeño resto de la pared original. En ambos casos se observa una total independencia óptica entre la pared de la concha y el relleno.

La formación de grandes cristales en el interior de la lóriga, mientras la matriz envolvente está constituida por granos muy finos, pudo ocurrir por introducción de carbonatos directamente por la boca o por filtración y precipitación de los mismos a través de la pared, cuando aún había en el interior de la lóriga restos orgánicos del animal, que actuarían como catalizadores en dicho proceso. Esto último, puede ser especialmente cierto en aquellos casos en que la matriz es arcillo-carbonosa y los escasos carbonatos están concentrados en el interior de las lórigas de los tintfnidos (Láms. II, XIII-XV).

Por otra parte, la formación de cristales en la matriz, comparables a los que rellenan las lórigas (Lám. XX, Figs. 6-13 del presente trabajo y Lám. 2, Figs. 5-8 de Furrázola-Bermúdez, 1965) o tan grandes que engloban a los tintfnidos presentando una completa continuidad óptica con el relleno de aquéllos (Lám. XII, Figs. 37-40 del presente trabajo y Lám. 2, Figs. 1, 2, 4; Lám. 4, Fig. 2 y Lám. 5, Fig. 1 de Furrázola-Bermúdez), debió ocurrir mediante procesos diagenéticos muy posteriores al depósito de los tintfnidos.

Finalmente, se han observado casos en que los tintínidos presentan sus lórigas aparentemente constituidas por tres capas de calcita hialina (Lám. VIII, Figs. 1-3, 5, 6, 16) más o menos bien definidas. Estas capas se ponen de manifiesto cuando son observadas en luz natural transmitida y girando la platina, y su aspecto recuerda al de los figurados por Remane (1963, Figs. 2 a-d), quien observó que la capa intermedia estaba constituida por un precipitado ferruginoso. Los materiales aquí observados no sólo carecen de minerales de hierro o materia orgánica, sino aún de la más pequeña traza de arcilla. Su aspecto parece deberse más bien a crecimientos secundarios internos y externos de la pared calcítica original, la que correspondería a la capa intermedia, que es la que ofrece un espesor constante, aunque interrumpido en pequeños tramos (Lám. VIII, Figs. 1, 3, 6).

Efectivamente, como dice Remane (p. 30) "on s'expliquerait très difficilement la présence d'une couche de calcite de néoformation a l'extérieur de la lóriga", pero las irregularidades del espesor de las capas externa e interna en los ejemplares mexicanos, permiten suponer que los crecimientos irregulares de los fibrocristales de calcita pudieron ocurrir simultáneamente en los dos sentidos, conservando la misma dirección cristalográfica de la pared de modo que la individualidad de las capas sólo se manifiesta en determinado ángulo de giro de la platina, como una consecuencia de la birrefringencia de la calcita que las constituye.

Al contrario de lo que ocurre con un ejemplar de la figura de Remane, (l.c.) del cual ese autor expresa "seul l'exemplaire de *T. carpathica* (Fig. 2 a) laisse subsister certains doutes parce qu'on ne voit pas très bien la continuation de la "couche intermédiaire" dans la région du collier oral", el ejemplar de *T. carpathica* (Lám. VIII, Fig. 16) del presente trabajo, sí muestra la capa intermedia hasta el extremo del collar. Este ejemplar tiene además las capas interna y externa bien definidas y con un espesor constante, por lo que también pudieran representar capas originales de la lóriga.

ALTERACIONES DIAGENETICAS Y METASOMATICAS

Se han podido observar diversos tipos de alteraciones en la estructura calcítica de las lórigas y su relleno en Colomiella, que varían desde una recristalización completa de la concha (Lám. VII, Fig. 1), en la que han

desaparecido totalmente los límites de la pared (confundidos con el relleno cristalino) y su estructura fibrosa y el collar que en parte es una mera acumulación de cristallitos, hasta la substitución de la pared por pequeños cristales que, aunque conservan definidos los límites de la pared, ya no presentan entre nicols cruzados la característica falsa cruz de interferencia. En estos casos (Lám. VII, Figs. 4 y 5) el collar prácticamente ha desaparecido. Finalmente, hay ocasiones en que la pared del cuerpo principal de la lóriga se conserva perfectamente, pero en cambio el collar ha sido substituido por una pared microcristalina (Lám. VII, Fig. 3) que en luz polarizada da extinción de agregado.

Mucho menos frecuentes que los casos anteriores, son aquéllos en que las lórigas de los tintínidos al igual que otros restos fósiles (Lám. X, Fig. 2 y 3, foraminíferos; Fig. 4, resto de equinodermo) presentan un relleno de sulfuros de hierro (pirita o marcasita), en diferentes etapas de crecimiento, que van desde pequeños depósitos de contorno regular, generalmente rectangular (Lám. II, Figs. 1, 2, 4, 5, 8; Lám. IV, Figs. 10, 19; Lám. XIV varias figuras), hasta masas más o menos irregulares que ocupan la mitad de la lóriga (Lám. IV, Figs. 24 y 25; Lám. V, Figs. 3, 4) o bien la cubren totalmente, formando pequeños moldes internos (Lám. XV, Fig. 1) que evidencian la tenuidad aparente de la pared.

Estos depósitos deben haber ocurrido, sin duda, inmediatamente después de asentarse la lóriga en el fondo, cuando aún no penetraba en su interior el fango calcáreo.

Más raros aún son aquellos casos en que hay impregnaciones de óxidos de hierro en ambos lados de la pared (Lám. VIII, Fig. 13) y substituciones aparentemente parciales (Lám. VIII, Figs. 7, 10, 14; Lám. IX, Figs. 1-7) o totales con el mismo mineral (Lám. VIII, Fig. 15). En las Figs. 6-9 de la Lám. IX, se puede ver que la presencia del óxido de hierro no impidió el crecimiento secundario de calcita en la pared de los tintínidos, ni la recristalización total del relleno en los ostrácodos (Figs. 8, 9), foraminíferos (Lám. X, Fig. 5), y otros restos indeterminados (Lám. X, Figs. 7-9).

Sólo en una ocasión se pudo observar silicificación secundaria en muestras del Jurásico Superior, en las que todos los calpionélidos la presentan en grados diversos en el relleno (Lám. VIII, Figs. 11 y 12). Asociados a estos calpionélidos se encuentra una gran cantidad de radiolarios liosféridos y esticocorfitidos, en los que se ha perdido todo

vestigio de la estructura original a causa de la silicificación secundaria, conservando únicamente la forma; la matriz de la roca, aunque es en su gran mayoría calcáreo—arcillosa, presenta escasos manchones de sílice secundaria y en ambas partes gran cantidad de cocolitos no silicificados. Al parecer el proceso de silicificación secundaria fue contemporáneo con el depósito de los fósiles y se inició probablemente con la disolución del ópalo que constituía los esqueletos de los radiolarios, formando pequeñas y muy numerosas gotas de un gel que debió precipitar como calcedonia, en parte, en el interior de los moldecitos que quedaron de los radiolarios disueltos y en parte, en el interior de las lórigas de muchas calpionelas. Otras gotas del gel síliceo se precipitaron en los intersticios del limo calcáreo, incluyendo en su interior gran cantidad de cocolitos.

En otras muestras, con tintínidos del Berriasiano, se observaron varios ejemplares de *Tintinnopsella carpathica* principalmente y algunos de *T. longa* y de *Remaniella*, en los cuales la calcita de la zona oral (collar y parte terminal de la pared de la lóriga) está substituida por sílice secundaria y sólo un ejemplar de la primera especie se presenta silicificada, además parte de la pared del extremo aboral (Fig. 1c en el texto). También se observó un ejemplar de *Calpionellopsis oblonga* con un relleno de sílice secundaria con inclusiones de calcita (Fig. 1b en el texto). Seguramente que este proceso de silicificación de la pared, se inició por el collar y avanzó hacia el extremo opuesto de la concha. En el caso de *C. oblonga*, la silicificación debió avanzar a través de la boca, rellenando los poros del fango calcáreo que ocupaba el interior de la concha. Como en las calpionelas del Jurásico Superior, la silicificación de estos tintínidos debió ocurrir poco después de su depósito.

Después de sepultadas las lórigas por la lluvia de sedimentos, quedan sujetas a compresiones (Lám. V, Figs. 5—11, 23) que les producen deformaciones que a veces sugieren que el ejemplar corresponde a un género o especie diferente (Lám. V, Fig. 5 ¿*Amphorellina*? o ¿*Tintinnopsella*?). Remane (1964: 664—672) demostró que debido a compresiones laterales, las lórigas de *Tintinnopsella longa* y *Remaniella cadischiana* (*Tintinnopsella cadischiana*) se deformaban, habiendo sido descritas en esas condiciones como especies independientes por otros autores. Esto parece haber ocurrido también en el caso de *Colomiella acuta*, descrita en Cuba por Furrázola—Bermúdez (1967; Lám. I, Figs. 5, 6 y Lám. II, Fig. 1 y 1973; Lám. V, Fig. 3) (Ver Lám. XXIII del presente trabajo). Por lo mismo, quedan sujetas muchas veces a

pequeñas fracturas con desplazamiento, cuyo plano cruza las lórigas produciéndoles roturas más o menos irregulares, con distintas orientaciones y a diferentes niveles (Lám. V, Figs. 13, 14 y 20, la fractura visible en la Fig. 22 ocurrió durante el pulido de la roca, obsérvese su semejanza con la de la Fig. 21 que es original de la roca); la identificación de tales fracturas, no es difícil y no deja lugar a dudas, pero no ocurre lo mismo si el plano de fractura es perpendicular al eje de la lóriga (Lám. V, Figs. 15—18) y pasa por las proximidades del extremo aboral, ya que estos casos pueden inducir a error, sugiriendo la posibilidad de que dichas lórigas hayan correspondido a tintínidos originalmente abiertos por los dos extremos, que aunque son bien conocidos entre los actuales (*Eutintinnus*, *Daturella*, etc.), aún no han sido reportados como fósiles.

ENVOLTURAS MICRITICAS Y MOLDES.

Ya se ha mencionado en párrafos anteriores, cómo un proceso de acreción del relleno de las lórigas, puede conducir a la formación de moldecitos internos o vaciados generalmente constituidos por monocristales de calcita. También se mencionaron los casos menos frecuentes de formación de moldes similares a partir de sulfuro de hierro en forma de piritita o marcasita. Hay además lórigas rodeadas por envolturas micríticas, cuya formación es el resultado de procesos diferentes a los anteriores. En estas últimas, el proceso parece iniciarse, en fondos con sedimentos sujetos a movimientos de vaivén, en los cuales, hay una aglutinación de partículas micro o criptocristalinas de calcita en la superficie externa de la lóriga (Lám. VI, Figs. 1—3), formando una delgada película en general un poco más oscura que la matriz envolvente. En ocasiones, una prolongada aglutinación de carbonatos, engruesa la envoltura, así como rellena el interior de la lóriga resultando una modalidad de intraclastos (Lám. VI, Figs. 4—7). Otros casos parecen corresponder por su forma más bien a grumos fecales, en cuyo interior están englobadas las lórigas de los tintínidos (Lám. VI, Figs. 8—10).

En todos estos casos la lóriga se conserva y el espesor de su pared puede ser el original o bien presentar diversos grados de acreción. Este tipo de envolturas y grumos se ha observado sólo en calizas del Berriasiano—Valanginiano.

No sucede lo mismo en las calizas del Aptiano Superior (Formaciones

La Peña y Otates), que en muchas ocasiones carecen aparentemente de tintínidos, aunque no de otros microfósiles que comúnmente se encuentran asociados con aquéllos. Un estudio minucioso de esos materiales, da evidencia de unos pequeños moldes externos correspondientes exclusivamente a *Colomiella mexicana* en su forma corta (Lám. VII, Fig. 6), normal (Lám. VII, Fig. 7) y semilarga (Lám. VII, Figs. 8-14), pero siempre con el collar formado por un solo segmento. Estos moldes externos consisten en una delgada capa de caliza criptocristalina; esta capa es como las envolturas micríticas del Berriasiense, de una coloración apenas más oscura que la matriz envolvente, lo cual dificulta grandemente su observación, sobre todo en los casos en que los límites entre el molde y la matriz son poco precisos (Lám. VII, Figs. 9, 12, 13). En tales casos si el grano ha sufrido algún proceso de acreción posterior, ha sido con igual intensidad en ambas partes. Como quiera que sea; en todos los moldes es posible notar una porción más o menos cilíndrica correspondiente al collar, una porción cordiforme y, entre ambas, en las caras internas del molde, un pequeño engrosamiento a manera de entrante formado por el mismo material que constituye el resto del molde y que testifica, tanto la posición, como la amplitud original de la separación entre las paredes del collar y de la concha (Fig. 5, reconstrucción idealizada que ilustra lo anterior), de las que a diferencia de las envolturas micríticas, no se conservan vestigios en ninguno de los ejemplares estudiados. Cuando se observan los moldes con luz natural transmitida y se gira la platina, la pared sufre un ligero cambio en su coloración, haciéndose más clara o más oscura que en la posición anterior; esto sin duda, es una resultante de los pequeños cambios que ocurren en la orientación de los cristales de calcita.

El estudio de estos moldes entre nicols cruzados confirma su naturaleza microgranuda, pues la pared muestra la extinción de agregado que muchas veces puede confundirse con la de la matriz envolvente.

Con luz natural incidente, la pared del molde adquiere un aspecto lechoso.

La identificación de los moldes descritos, se facilita grandemente cuando se comparan con ejemplares más o menos bien conservados de *C. mexicana* (compárense al efecto los ejemplares de las Figs. 6, 10, 13 y 8 de Lám. VII, con los de las Figs. 3, 2 y 1 de la misma Lám. y 3 de la Lám. XIX respectivamente). Estos moldes se formaron después de la

muerte del animal, probablemente durante su depósito en el fondo de fangos calcáreos, cuyos componentes finos recubrieron las lórigas, penetrando aún en el pequeño espacio que separaba el collar y el cuerpo principal de las mismas. Diversos procesos posteriores (disolución, precipitación, recristalización) deben haber borrado cualquier huella de la pared original, quedando sólo los pequeños moldes. La Fig. 5, es una representación idealizada del molde, cuando aún estaba presente la pared calcítica original (en realidad lo que se encontró es únicamente el molde).

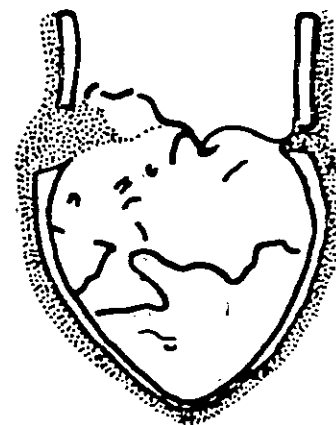


Fig. 5.— Molde externo idealizado de *Colomiella mexicana*.

LA FAMILIA NANNOCONIDAE Y SU ALCANCE
ESTRATIGRAFICO EN AMERICA.
(PROTOZOA, INCERTAE SAEDIS)

M. TREJO H. *

I.—INTRODUCCION

Objeto.—A sugestión del Dr. Federico Bonet M., investigador y catedrático del I.P.N. y paleontólogo de la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos, se emprendió el estudio del género fósil *Nannoconus*, con el fin de complementar la zonificación obtenida con otros microfósiles, que aunque buenos indicadores estratigráficos, faltan con frecuencia en las muestras por estudiar, o bien están tan mal conservados que su identificación es casi imposible.

En las exploraciones petroleras efectuadas en el Este de México se encuentran con frecuencia grandes espesores de calizas comprendidas cronológicamente entre el Cretácico Superior y el Jurásico Superior, donde se hallan zonas que aparentemente carecen de fósiles que puedan arrojar algún dato sobre la edad de los estratos. Sin embargo, un detallado estudio a grandes aumentos de la microfauna de esas muestras, pone en evidencia multitud de ejemplares del género *Nannoconus* que pueden definir con precisión la edad.

Agradecimientos.—Agradezco profundamente a la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos, las facilidades proporcionadas para la elaboración de este trabajo, tanto en el uso de aparatos y láminas de estudio, como en permitir la publicación de los resultados obtenidos.

Así mismo quiero manifestar mi agradecimiento a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, en cuyo laboratorio de Zoología y Paleontología se realizó parte del presente estudio.

Agradezco también a los geólogos tanto de Petróleos Mexicanos como del U.S. Geological Survey, quienes con el envío de numerosas muestras de superficie han colaborado activamen-

* Paleontólogo de la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos.

te en la realización de este trabajo. Así mismo quiero hacer patente la eficaz ayuda de mis compañeros de trabajo los paleontólogos Agustín Becerra H., Martha Gutiérrez, Guadalupe Blanco I., Nelly Velásquez y Clemencia Téllez.

De un modo especial agradezco al Dr. R. W. Imlay por las numerosas determinaciones de amonitas hechas por él y que en este trabajo han prestado una gran ayuda en las determinaciones de edad.

Finalmente quiero expresar todo mi agradecimiento al Dr. F. Bonet M., quien como jefe y maestro ha dirigido con todo interés y cariño el desarrollo de este estudio, y a quien se deben muchas de las determinaciones cronológicas hechas en él.

Material y técnica.—El material que se utilizó en el desarrollo de este estudio procede de la magnífica colección de secciones delgadas que, pertenecientes a Petróleos Mexicanos, están a cargo del Laboratorio Central de Paleontología de esa institución.

Procede este material, en su mayoría, de las muestras de pozos y superficie colectadas por geólogos de Petróleos Mexicanos, durante excursiones hechas en las zonas Este y Norte de México, las cuales abarcan en parte los Estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, la porción norte de Veracruz, San Luis Potosí, Puebla e Hidalgo.

Entre las excursiones estudiadas, que se han tomado como base principal en este trabajo, cabe mencionar en forma especial las realizadas por el Dr. W. E. Humphrey, en la Sierra de Cruillas, Tamps.; Ing. R. Suárez en la Sierra de Tamaulipas; Ing. F. Acevedo en el Edo. de Coahuila; Dr. F. Bonet en los Edos. de San Luis Potosí y Tamaulipas; Ing. J. Carrillo en la zona de Tamazunchale, S.L.P. y Drs. A. Bodenlos (U.S.G.S.) y F. Bonet en la misma región. En el transcurso de estas excursiones se colectaron muestras en secciones y localidades típicas de la mayoría de las formaciones tanto del Jurásico Superior como de todo el Cretácico, de modo que su edad queda bien determinada por su posición estratigráfica y por su fauna.

Los pozos estudiados pertenecen a las mismas zonas; de ellos, algunos pudieron estudiarse en forma muy completa, pues afortunadamente tienen una "nucleación" casi continua, como

sucede en el pozo Altamira 11, en el que hubo poco más de 200 m. de núcleo continuo; el pozo Palma Sola No. 10, con más de 700 m. de núcleo casi continuo; en el mismo caso están los pozos Bustos No. 1 con 400 m., Chocoy No. 2 y San Ambrosio No. 1. En otros pozos como el Chijol No. 1012, Comales 101, etc., sólo se obtuvieron escasos núcleos y por lo mismo su estudio no es tan completo. Finalmente, hay pozos como el Peyotes No. 2, Mante No. 1 y Garza No. 1 entre otros, cuyo estudio hubo de completarse con gran cantidad de muestras de canal, las que presentan un sinnúmero de inconvenientes, razón por la que se dio preferencia al estudio de pozos bien nucleados.

Sin embargo, los Pozos Silozúchil No. 1 y Pedrera No. 1 se estudiaron exclusivamente a base de muestras de canal, pues sólo se obtuvieron 2 o 3 muestras de núcleo en cada uno de ellos y con las consiguientes precauciones se pudieron establecer los contactos a base casi exclusivamente de *Nannoconus*, pues tanto los núcleos como las muestras de canal carecían de otras faunas indicadoras.

Los microfósiles aquí utilizados presentan un tamaño que varía desde las 3 o 4 μ (*Nannoconus*) hasta 2 o 3 mm. como algunas especies del género *Orbitolina*; por lo general están incluidos en rocas lo suficientemente compactas como para no permitir el examen de ejemplares sueltos, razón por la que el estudio se hizo exclusivamente a base de secciones delgadas. Normalmente las muestras que contienen fauna son calizas microcristalinas, que en muchas ocasiones están materialmente constituidas por millones de ejemplares de *Nannoconus* o fragmentos de ellos. Se puede presentar este género junto con otras formas en calizas pseudo oolíticas en la matriz o en los granos, así como incluidos en cristales de calcita y dolomita, en pedernal o en granos de glauconita, etc.; en cualquiera de los casos, el estudio de *Nannoconus* debe hacerse en los bordes de la sección, que son los más delgados y permiten observar mejor las estructuras de los ejemplares.

Cuando la caliza ha sufrido procesos diagenéticos o metasomáticos de recristalización, dolomitización, etc. y aún en mayor grado con la marmorización, la estructura fina de los microfósiles se destruye de una manera más o menos completa hasta desaparecer todo rastro de los mismos en casos extremos.

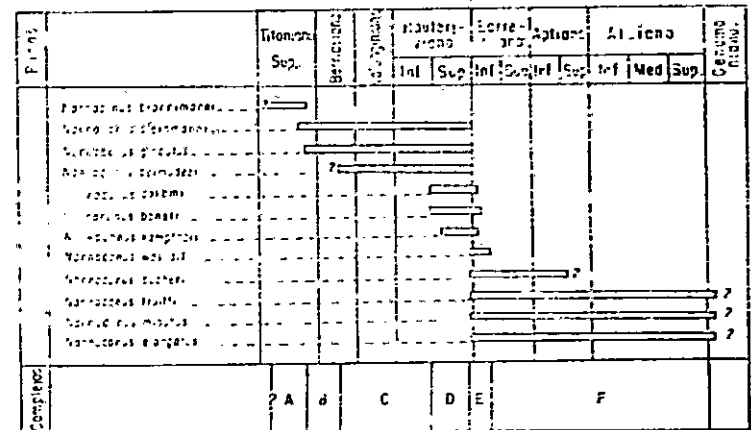
Se han podido separar ejemplares sueltos de *Nannoconus* en margas y lutitas calcáreas, por procesos de trituración o raspado de la muestra; pero como el método de laminación es más rápido y arroja los mismos resultados prácticos, se optó por este último aun tratándose de margas o lutitas poco compactas. Bonet (1956:6) describe ampliamente el método aquí seguido. Las muestras fueron estudiadas con objetivo seco de gran aumento o con objetivo de inmersión bajo luz natural o luz polarizada, la cual denuncia frecuentemente estructuras muy finas que a veces pasan inadvertidas con luz natural (Láms. II-3.4.8.9. y figs. 9a. y b. 11b, 13b y 14b).

II.—ZONIFICACION A BASE DE NANNOCONUS.

Datos previos.—La primera zonificación a base de *Nannoconus* fue hecha en Cuba por P. Bronnimann (1955:28-51), ya que con anterioridad a este autor, el género sólo era conocido de Europa y se le consideraba formado por una sola especie (*N. colomi*), dándosele a ésta el mismo alcance estratigráfico que al género (Titoniano Superior - Barremiano). Bronnimann, al estudiar materiales cubanos y europeos, pudo separar diez especies diferentes, las cuales, según ese autor, tienen una distribución en el tiempo bien definida que permite establecer tres zonas o complejos faunísticos; la primera de ellas está formada por *N. steinmanni*, *N. aff. globulus* y *N. colomi* asociados con calpionélidos. La segunda zona agrupa *N. steinmanni*, *N. colomi*, *N. kamptneri*, *N. bermudezi* y *N. globulus*; finalmente, la tercera está formada por *N. truitti*, *N. minutus*, *N. elongatus*, *N. bucheri* y *N. wassalli*, asociados con *Orbitolina* sp. y globigerinas. Estas zonas están comprendidas entre el Neocomiano Inferior y el Albiano Inferior.

Zonificación actual.—En México, de acuerdo con los datos obtenidos, el género *Nannoconus* aparece por primera vez en el Titoniano Superior (Zona de *Kossmatia* y *Durangites*) y probablemente aún antes de la primera aparición de calpionelas, aunque este dato ha sido aportado sólo por un pozo, Palma Sola No. 10 (2374.3-2376.4 m) en el que por debajo del horizonte de *Calpionella alpina* y *C. elliptica* hay una población pura de una de las especies de *Nannoconus*. Desde el momento de su aparición, el género continúa de un modo ininterrumpido, aumen-

tando progresivamente el número de sus especies hasta el Hauteriviense Superior (Cuadro 1), en el que surgen sus últimos



CUADRO 1

representantes; es aquí donde el género presenta un máximo de desarrollo tanto en el número de sus especies como en el de ejemplares, y aun en el tamaño de ellos, de tal modo que llegan a constituir virtualmente la totalidad de la matriz de las calizas de esa edad, formando verdaderos fanjos de *Nannoconus*. Poco más tarde, durante el Barremiano Inferior, desaparecen las especies antiguas al igual que algunas de las aparecidas en el Hauteriviense y solo continúan unas cuantas hasta fines del Albiano o posiblemente hasta el Cenomaniense basal.

La zonificación, tal como se presenta en este trabajo (Cuadro 2), está correlacionada con tintinidos, calciferúlidos y algunos foraminíferos y en su mayor parte, también con amonitas, pero a este respecto aun quedan lagunas por llenar en el Aptiano Inferior y el Albiano Inferior; las zonas correspondientes a estos pisos se atribuyen a ellos, por la posición estratigráfica que guardan con relación a las zonas de edad bien definida.

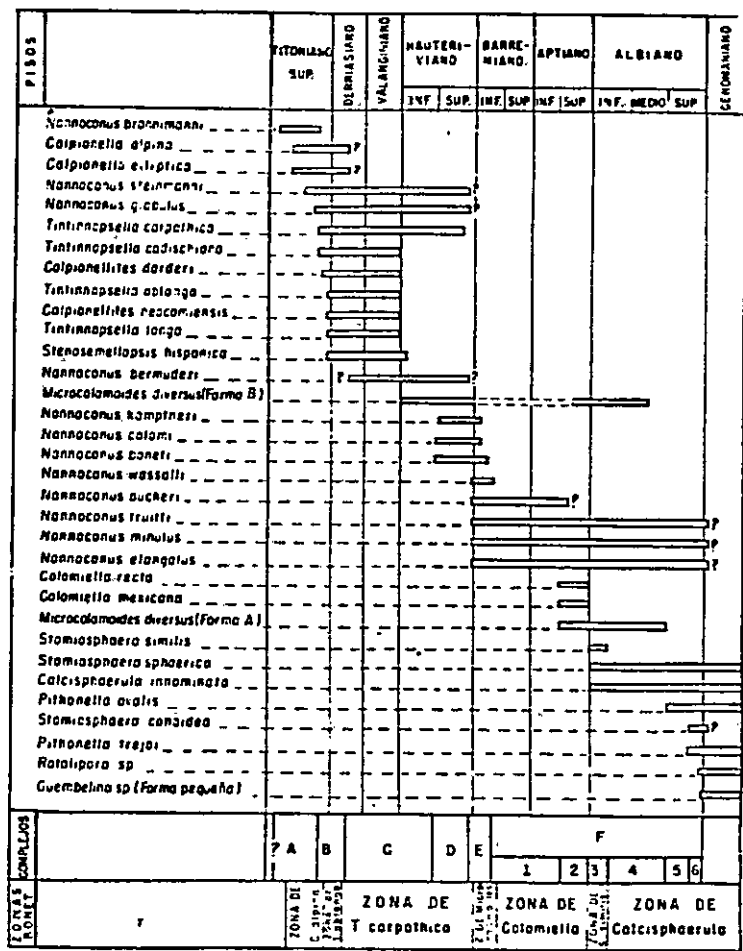
Los microfósiles utilizados en el presente estudio, en su mayoría, formaron parte del plancton de aguas cálidas del Tethys mesozoico.

A.—*Nannoconus bronnimanni*, *N. steinmanni* y en ocasiones *N. globulus*, asociados con *Calpionella alpina* y *C. elliptica*.

Muestra Coahuila M.
 GEOLOGIA

Con cierta frecuencia se observan también *Tintinnopsella carpathica* y *T. cadischiana*.

Junto con esta fauna se han encontrado las siguientes amonitas: *Kossmatia victoris*, *Lythohoplites caribbeanus*, *Corongoceras*



Zonificación basada en *Nannoceras* y otros microfósiles. CUADRO 2

filicostatum, *Micracanthoceras* sp. y *Parodontoceras* sp. del Tortoniano Superior.

Este complejo es equivalente en edad a la zona de *Calpionella alpina* de Bonet (1956).

B.—*Nannoceras steinmanni* y con frecuencia *N. globulus* solos o asociados con *Calpionella alpina*. *C. elliptica* junto con uno o varios de los tintinidos siguientes: *Tintinnopsella carpathica*, *T. oblonga*, *T. cadischiana*, *T. longa*, *Calpionellites neocomiensis*, *C. darderi* y *Stenosemellopsis hispanica*.

Este complejo se acompaña en sus comienzos de las siguientes amonitas: *Pronoceras* sp., *Parodontoceras* sp. e *Himalayites* ? sp. en el intervalo 3199-3207 m del pozo San Javier No. 1. Municipio Aldama, N. León. y *Substeueroceras* sp. en el pozo Piedra de Cal No. 8 (1779-1783 m). Municipio de Tantoyuca, Ver.; todos de la cima del Tortoniano (Zona de *Substeueroceras* de Imlay).

Tanto por su microfauna como por su alcance estratigráfico es equivalente a la zona de *Tintinnopsella oblonga* de Bonet (1956) y de acuerdo con los amonitas citados corresponde a la cima del Tortoniano-Berriasiano Inferior.

C.—*N. steinmanni*, *N. globulus* y frecuentemente *N. bermudezi* que pueden o no estar asociados con *Calpionella alpina* o *C. elliptica* (raras veces), y cualquiera o varios de los siguientes tintinidos: *T. carpathica*, *T. oblonga*, *T. cadischiana*, *T. longa*, *C. darderi*, *C. neocomiensis* y *S. hispanica*.

En la porción inferior de este complejo es donde ocasionalmente se han encontrado escasos ejemplares de cualquiera de las dos especies citadas de *Calpionella* y sólo por este dato se atribuye aún al Berriasiano; no se han hallado amonitas en esta parte.

En la porción media faltan las dos especies de *Calpionella* pero no los restantes tintinidos y junto con esta fauna se han encontrado las siguientes amonitas: *Thurmanniceras* sp. (?) (Pozo Cuauhtémoc No. 1: 2472-2474 m. Municipio Pueblo Viejo, Ver.); *Kilianella* sp. (?) (Pozo Zapote Viejo No. 1: 2319-2321 m. Municipio Tempoal, Ver.) *Distoloceras laticostatum* y *Acanthodiscus* sp. (Pozo Chijol No. 1012: 1151.7-1154 m. Municipio Pánuco, Ver.) En esta porción los tintinidos pueden estar representados sólo por escasos ejemplares de *T. carpathica* como sucede en el Pozo San Javier No. 1 (3056-3068.5 m) con la siguiente macrofauna: *Olcostephanus* sp., *Bochianites* sp., *Thurmanniceras* sp., *Kilianella* sp., *Uhligites* sp. (?) y *Astarte* sp. (*Coelastarte*).

En la porción superior los tintinidos están muy escasamente representados por algunos ejemplares de *T. carpathica*; hace su primera aparición *Microcalamoides diversus* (forma "B") Bonet 1956 y se encuentran los siguientes amonitas: *Thurmanniceras* sp. (Pozo Garza No. 1: 2007-2012 m, Municipio Anáhuac, N. León); *Olcostephanus* sp. (Pozo Pesquerías No. 1: 1615-1619 m, Municipio Los Ramones, N. León); *Hilloglochiceras* sp. (La Vega, S.L.P., carretera México-Laredo). Burckhardt (1930:95) cita *Acanthodiscus* sp. y *Oosterella* sp. (Pozo Altamira 11, 944.5 m., Municipio Altamira, Tamps.), las muestras de este nivel tienen una microfauna correspondiente al complejo "C".

Toda la macrofauna citada en este complejo corresponde al Valanginiano-Hauteriviano Inferior. La microfauna es equivalente a la de la zona de *T. carpathica* de Bonet (1. c.). En resumen, a este complejo se le asigna una edad del Berriasiano Superior-Hauteriviano Inferior.

D.—*N. steinmanni*, *N. globulus* y *N. bermudezi*, a los que se unen una o varias de las especies siguientes: *N. colomi*, *N. kamptneri* y *N. boneti*. En la parte más joven de este complejo hacen su primera aparición *N. wassalli*, *N. truitti*, *N. minutus*, *N. bucheri* y *N. elongatus*, pero están escasamente representados por algunos ejemplares en corto número de muestras. Puede estar presente o no *Microcalamoides diversus* (forma "B") y muy ocasionalmente *T. carpathica*.

En este complejo se encontraron las siguientes amonitas: *Thurmannites* sp. (*Thurmanniceras*) en el pozo Chijol 1012 (1082.4-1084.1 m.); *Paracrioceras* cf. *P. andinum* en el pozo Chocoy 2 (931.5-932.7 m.); *Barremites* sp., *Astieridiscus* sp. (?) y *Spitidiscus* sp. (?) o *Pseudohaploceras* sp. (?) en el pozo Texcupexco 1 (1930-1932 m.). La edad de este complejo es de Hauteriviano Medio a Superior y equivale a la parte superior de la zona de *T. carpathica* de Bonet (1. c.).

E.—*N. wassalli*, *N. bucheri*, *N. truitti* y *N. minutus* (menos frecuente). Ocasionalmente se encuentra *M. diversus* (forma "B"); con frecuencia *N. boneti*, *N. kamptneri* y *N. elongatus* y más raramente *N. colomi*; estas últimas especies, salvo la tercera, se presentan sobre todo en la parte más antigua del complejo.

En este complejo se encontró sólo una amonita bien determinada, *Costidiscus* sp. junto con cf. *Melchiorites* en el pozo Sta. María Ixcatepec 1 (2195-2205 m.) y un conjunto de amonitas, que aunque no fueron determinables, según el Dr. Imlay podían compararse con los siguientes géneros: *Illemitoplites*, *Prochelonicerias* y *Pseudothurmannia*, todos provenientes del pozo Comales 101 (1870-1876 m.). La macrofauna en general tiene un alcance comprendido entre el Hauteriviano Superior y el Aptiano. La edad del complejo es del Hauteriviano Superior - Barremiano Inferior y equivale a la zona de *Microcalamoides* de Bonet (1.c.).

F.—*N. truitti*, *N. minutus* y con menos frecuencia *N. bucheri* y *N. elongatus*. Este complejo está superpuesto al anterior y comienza probablemente en el Barremiano Medio después de la extinción de *N. wassalli*, terminando hacia la cima del Albiano o base del Cenomaniano; se carece de amonitas que permitan confirmar la edad asignada para su principio y en el resto del complejo se han encontrado numerosas amonitas que lo determinan sólo parcialmente.

En el intervalo mencionado el complejo se asocia a diversos microfósiles formando los subcomplejos siguientes:

F-1.—Entre el Barremiano Medio ? y el Aptiano Inferior las especies de *Nannoconus* de este complejo se asocian unas veces con radiolarios calcificados y otras con "*Globigerina*" sp., este subcomplejo junto con el siguiente equivale a la zona de *Colomiella* de Bonet (1.c.).

F-2.—*Colomiella recta*, *C. mexicana*, muy raras veces *Orbitolina* sp., *Microcalamoides diversus* (formas "A" y "B") junto con los amonitas siguientes: *Chelonicerias* sp., *Parahoplites* sp. (?) y *Acanthoplites* sp. (Cañón de Villa Aldama, Sabinas, N. L.) Burckhardt y Mullerried (1936:317) citan "*Douvilleiceras* (*Acanthoplites*) d. Gr. *Bigoureti* Seunes, Clansayes horizont (oberstes Aptien)" (pozo Bustos 1, 1460.5 - 1463.5 m. Municipio Tampico Alto, Ver.), las muestras de este nivel tienen una microfauna correspondiente al subcomplejo "F-2".

N. truitti y *N. minutus* sin la anterior microfauna se han encontrado con: *Parahoplites* sp., *Chelonicerias* sp., *Burckhardtites* sp., *Dufrenoyia* sp. y *Acanthoplites* sp. todos proceden del cañón

de Villa Aldama y del pozo Garza No. 2 (1203 - 1211 y 1211 - 1215 m. Municipio Anáhuac, N. León); las amonitas citadas son del Aptiano Superior y en él parece que se extingue *N. bucheri*.

F-3.—*M. diversus* (forma "A" y "B"), *Stomiosphaera similis*, *S. sphaerica* y *Calcisphaerula innominata*. Sin amonitas pero por su posición entre el anterior subcomplejo y el siguiente se le asigna de modo tentativo una edad de Albiano Inferior. La fauna de este subcomplejo equivale a la zona de *Stomiosphaera similis* según Bonet (1.c.).

"F-4".—*M. diversus* (forma "A" y "B"), *S. sphaerica* y *C. innominata*, sin *S. similis*; se ha encontrado junto con *Oxytropidoceras* sp. del Albiano Medio e *Hysterocheras* sp. del Albiano Medio y Superior. A este subcomplejo se le asigna una edad del Albiano Inferior y Medio, y junto con los dos siguientes equivalen a la zona de *Calcisphaerula* de Bonet (1.c.).

"F-5".—*S. sphaerica*, *C. innominata* y *Pithonella ovalis* junto con *Hysterocheras* sp. del Albiano Medio y Superior y *Mortoniceras* sp. del Albiano Superior, por consiguiente a este subcomplejo se le asigna una edad del Albiano Medio y Superior; las amonitas que se encuentran en él, así como en el anterior subcomplejo, proceden de los cañones del Chilpitín y del Conejo. Sierra de la Gloria, Coahuila.

F-6.—*S. sphaerica*, *S. conoidea*, *C. innominata*, *P. ovalis* y *P. trejoi*, raras veces con "*Guembelina*" sp. (forma pequeña) y *Rotalipora* sp.; todavía no se han encontrado amonitas con este subcomplejo, pero como es suprayacente al anterior se le asigna de modo tentativo una edad de la cima del Albiano - Cenomaniaco (?).

Pocas veces se han encontrado muestras que contengan *N. truitti* o *N. minutus* o ambos junto con *Rotalipora* sp. y "*Guembelina*" sp. (forma pequeña) pero sin calcisferúlidos; dado el escaso número de muestras con esta combinación de especies y principalmente por el reducido número de ejemplares por muestra, pudiera dudarse si los *Nannoconus* son o no retrabajados; por otra parte debe apuntarse la posibilidad de que esta fauna, si es autóctona, represente al complejo F-6, o bien sea ya la base del Cenomaniaco.

En algunas ocasiones se han encontrado ejemplares de *Nannoconus* evidentemente retrabajados junto con microfaunas que corresponden indudablemente al Cretácico Superior. En estos casos el número de ejemplares es reducido y se presentan rotos o deformados; cuando además se hallan juntas especies de edades diferentes, queda muy claro que se trata de formas retrabajadas. Lo anterior es ilustrado por los siguientes ejemplos:

1º—Pozo Mina No. 2 (2199-2202 m. y 2224-2229 m. Municipio Castillo de Teayo, Ver.) *Globotruncana* sp. *Guembelina* sp., calcisferúlidos, *Nannoconus minutus* y *Nannoconus* de conducto estrecho. Edad asignada: Turoniano o Cenomaniaco.

2º—Muestra superficial colectada en Suiza por el Dr. Cadisch. *Globotruncana* sp., *Guembelina* sp., calcisferúlidos, *Nannoconus truitti*, *N. elongatus* y ejemplares de *Nannoconus* de conducto estrecho. Edad Turoniano.

3 —Muestra superficial sin localidad precisa con "*Guembelina*" sp. calcisferúlidos, *Nannoconus steinmanni* rotos y escasos y las amonitas *Pachydiscus* sp. y *Texanites* sp. del Coniaciano - Maestrichtiano.

Colom (1928:394) menciona la presencia de ejemplares sueltos de "embriones de *Lagena*" (= *Nannoconus*), en muestras de sedimentos recientes del Mediterráneo tomadas a 2230 m. de profundidad; este autor los consideró idénticos con los ejemplares incluidos en calizas. Indudablemente se trata del caso más demostrativo de retrabajamiento de este microfósil. *

III.—DATOS SOBRE EL GENERO NANNOCONUS.

Datos históricos.—La historia de *Nannoconus*, desde su descripción hasta la de sus dos últimas especies realmente es muy breve. En los trabajos anteriores a 1956, se pueden observar dos puntos comunes a todos ellos; cualquiera que sea el nombre que dan a *Nannoconus* sólo le reconocen una especie y por otro lado, el alcance estratigráfico atribuido no pasa del Albiano Inferior.

Lapparent (1925:104-106) describió unos microfósiles a los

* Sobre la presencia de *Nannoconus* en el Cretácico Superior fuera de América, véase lo indicado en la pág. 278.

que llamó "embryons de *Lagena*", este nombre persistió hasta 1931 en que el mismo autor lo cambió por *Lagena colomi*. Poco más tarde, en el mismo año, Kamptner, sin conocer la publicación de Lapparent, dió a conocer un género y especie nuevos bajo el nombre de *Nannoconus steinmanni*, al estudiar unos ejemplares que Steinmann había determinado erróneamente como placas sueltas de cocolitofóridos. *N. steinmanni* y *Lagena colomi* fueron considerados como sinónimos por Thalmann (1939), el mismo Kamptner (1938) y por Colom (1945); el segundo de estos autores, menciona además unas "formas aberrantes de *N. colomi*", cuyas secciones longitudinales (1938:253, fig. 1-5) tienen un aspecto abarrilado y una amplia cavidad; estas formas difieren de *N. steinmanni* Kamptner y de *N. colomi* (de Lapparent) y fueron llamadas por Kamptner formas *scyphoides* y *depressa*, considerándolas como testas anormales unidas por formas transitorias con el típico *N. colomi*.

Bronnimann (1954) señala la presencia del género en Cuba y en el siguiente año Colom, Castany y Durand Delgá lo señalan del Norte de Africa (Túnez).

En 1955 Bronnimann hizo una excelente revisión del género, reconociendo como distintas *N. steinmanni* descrita por Kamptner (1931:291, fig. 2) y la especie *N. colomi* para la ilustrada por Lapparent en su fig. 1 (1925:105) al extremo derecho de la figura. Además de establecer las diferencias entre las dos especies anteriores, Bronnimann describe ocho más, a las que designa como, *N. bermudezi*, *N. globulus*, *N. kamptneri*, *N. truitii*, *N. minutus*, *N. elongatus*, *N. wassalli* y *N. bucheri*.

En 1956 Bonet señala la presencia en México de cuatro especies de *Nannoconus*; Grunau y Studer (1956) estudian al microscopio electrónico varias de las especies descritas por Bronnimann en las calizas Biancone de Suiza. El mismo año Colom, señala la presencia de varias de las especies de Bronnimann en España; más tarde el mismo autor (1958), estudia las condiciones de sedimentación propias de las calizas con *Nannoconus*, en tanto que Durand Delgá (1958) y Durand Delgá y Fallot (1958) citan *N. steinmanni* en Argelia y Marruecos respectivamente.

Bonet, Grunau y Studer, así como Colom aceptan sin reservas la separación de especies propuesta por Bronnimann en 1955; por su parte, Durand Delgá, aún utilizando la nomencla-

tura de ese autor, expresa algunas dudas al respecto: "Tout en émettant des doutes sur la valeur d'une telle pulvérisation, j'admets que la différenciation de quelques espèces, de *Nannoconus* est justifié". En 1956 Noël hace una breve redescrición de *Nannoconus* y aparentemente sin conocer el trabajo de Bronnimann, describe unos ejemplares de *N. steinmanni* bajo el nombre de *N. colomi*; dos años después (1958) la misma autora publica un trabajo en el que hace una severa, cuanto ligera, crítica del trabajo de Bronnimann y después de discutir brevemente las características en que se basó Bronnimann en sus descripciones, procede a hacer un estudio puramente biométrico, según el cual, concluye que todas las especies de *Nannoconus* deben unirse en una sola: *N. colomi*. Aceptando como cierta la procedencia estratigráfica de los materiales empleados por ella (Titoniano al Valanginiano), cabe suponer que ha tenido a su disposición y confundido en sus mediciones, ejemplares de *N. bronnimanni*, *N. steinmanni*, *N. bermudezi* y *N. globulus*; desgraciadamente no especifica la procedencia estratigráfica de los ejemplares figurados, pero al juzgar por los grabados están representados *N. steinmanni* (fig. 29, 30, 32, 34 y 35) y posiblemente *N. bronnimanni* (fig. 38); la fig. 39 es un corte no diagnóstico. En otras palabras, todas o la mayor parte de sus medidas correspondientes al Titoniano y Berriasiano, pertenecen sin duda a *N. steinmanni* y probablemente a *N. bermudezi*. En las poblaciones del Valanginiano, están representadas las mismas especies, pero la segunda de ellas con más certeza y abundancia que en el primer caso; esta mezcla de especies explicaría la afirmación de Noël de que "Nous pouvons donc penser que les différences de taille et de forme générale (plus ou moins allongée) sont dues à une évolution de l'espèce les individus sont relativement petits (9-12 μ) et élancés (1.8 < A < 2) au Portlandien. Leur taille augmente (15 à 18 μ) et ils s'aplatissent (1.6 < A < 1.8) au Berriasien et au Valanginien."

Efectivamente, no consideramos resuelta definitivamente la cuestión de la independencia taxonómica entre *N. steinmanni* y *N. bermudezi*, aun cuando sí hay una diferencia estratigráfica, pero de ninguna manera esto autoriza a englobar todas las demás especies en una y menos aún utilizando un nombre en contraposición con las reglas de nomenclatura.

Trejo (1959) describe dos especies más *N. bronnimanni* y

N. boneti. El mismo año, Deflandre reconoce varias de las especies de Bronnimann y propone la familia *Nannoconidae*, cuyo género tipo y único es *Nannoconus* Kamptner 1931. Cita y Pasquaré (1959) mencionan varias especies de Bronnimann en Italia, a la vez que describen una nueva especie *N. dolomiticus*. M. y G. Deflandre (1960) citan de Francia tres de las especies cilíndricas de *Nannoconus*, al mismo tiempo que describen dos especies más, *N. multicaudus* y *N. dauwillieri* y las variedades *cylindrus* y *macrolithus* de *N. elongatus*. Por no haber sido citadas las tres últimas especies en América, no se incluyen en este trabajo. Caratini (1960), con base en el trabajo anteriormente discutido, vuelve a citar con el antiguo nombre de *N. colomi* varias formas, que a juzgar por sus dibujos pueden identificarse muy claramente con las especies *N. truitti*, *N. minutus* y *N. elongatus*, ya mencionadas por Deflandre de la misma creta de París.

Por nuestra parte creemos un deber afirmar que dejando aparte algún caso particular, tal como la distinción entre *N. steinmanni* y *N. bermudezi* por un lado y por otro entre *N. truitti* y *N. minutus*, las especies de Bronnimann no sólo están bien fundadas, sino que su clara diferenciación las hace muy apropiadas para el diagnóstico estratigráfico, siempre y cuando se tenga la elemental precaución de observar los ejemplares en secciones típicas, de esta manera, en contra de lo opinado por Noël y Caratini, unimos nuestra opinión a la de Bronnimann, Bonet, Grunau y Studer, Colom, Durand, Delgá, Fallot, Cita y Pasquaré y M. y G. Deflandre, sobre la independencia de las distintas especies de *Nannoconus*.

Morfología.—La conformación y estructura de *Nannoconus* ha sido ampliamente tratada por Bronnimann en las páginas 29 y 30 de su trabajo de 1955, en el que además discute las interpretaciones dadas al respecto por Lapparent, Kamptner y Colom. En el presente trabajo se admiten y confirman íntegramente las conclusiones de Bronnimann, especialmente por lo que respecta a las dos aberturas de la pared y la ausencia de poros. Como en la diagnosis del género que se inserta más adelante, se indican las particularidades de interés taxonómico, se cree inútil extenderse más a este respecto.

El trabajo de Grunau y Studer utilizando el microscopio

electrónico, no añade nada nuevo por lo que se refiere a la estructura y parece ser que este método, cuando menos con las técnicas usadas por dichos autores, no permite observar nada que no pueda ser resuelto con el microscopio ordinario; por otra parte dicho método no compensa lo laborioso de las técnicas necesarias para su empleo. Por el contrario, la luz polarizada, cuando las secciones son suficientemente finas, ayuda de modo considerable a la resolución de ciertas estructuras. Sobre la utilidad de la luz polarizada puede obtenerse una idea aproximada examinando las microfotografías adjuntas, si bien debe advertirse que las imágenes directas, especialmente si se utilizan compensadores adecuados, son mucho más claras que lo que puede ser reproducido por la microfotografía y el grabado. En vista frontal y con luz polarizada, puede verse una serie doble de bandas claras y oscuras (Lám. II-3,8; figs. 9a, 11b, 13b y 14b) paralelas y alternas, en disposición helicoidal ascendente de aproximadamente 45° en relación al eje longitudinal del fósil. Las bandas están constituidas por los cristales de la pared dispuestos en forma escalonada (Lám. II-9 y fig. 9b); el conjunto de estos cristales forma una banda continua y ondulada o con pequeños ensanchamientos. Cuando se gira la platina o se cambia el enfoque, las bandas cambian su coloración, (Lám. II-3,4) pasando las claras a ser oscuras y viceversa; en ciertas posiciones de la platina la coloración es homogénea y las bandas se ven separadas sólo por delgadas líneas oscuras que las delimitan (Lám. II-8).

Esta disposición externa de la pared se corresponde con una red interior formada por los extremos internos de los cristales y por los huecos entre ellos, que en ocasiones se encuentran con un relleno carbonoso o arcilloso como en la fig. 13c y d.

Posición taxonómica.—Las relaciones sistemáticas de *Nannoconus* actualmente no son muy claras, ya que desde su descripción ha sido cambiado constantemente de grupo taxonómico. Originalmente fue atribuido por Lapparent, a un estado embrionario de *Lagena* (foraminífero); posteriormente el mismo autor lo hace especie de dicho género. Según Colom (1948:252), Cadisch (in litt.) considera estos microfósiles como testas calcáreas de una alga clorofícea unicelular y posteriormente, según Bronnimann (1955:35), el mismo Cadisch sugiere un origen inorgánico formado por cristales de calcita en un medio altamente saturado;

los diversos estudios efectuados permiten desechar esta hipótesis. Colom (1945) relaciona la estructura de la pared de *Nannoconus* con la de *Fibrosphaera* de Lapparent, pero con esto no queda aclarado el asunto, pues tan desconocida es la posición sistemática de un fósil como del otro. Bronnimann (1955:35) menciona una cierta semejanza entre la estructura espiral de la testa de *Nannoconus* y la multiespiral de los oogonios de ciertas carofíceas, citando la especie *Clavator harrisi* Peck y el género del Terciario *Kosmogya*, cuyos oogonios desarrollan pequeñas

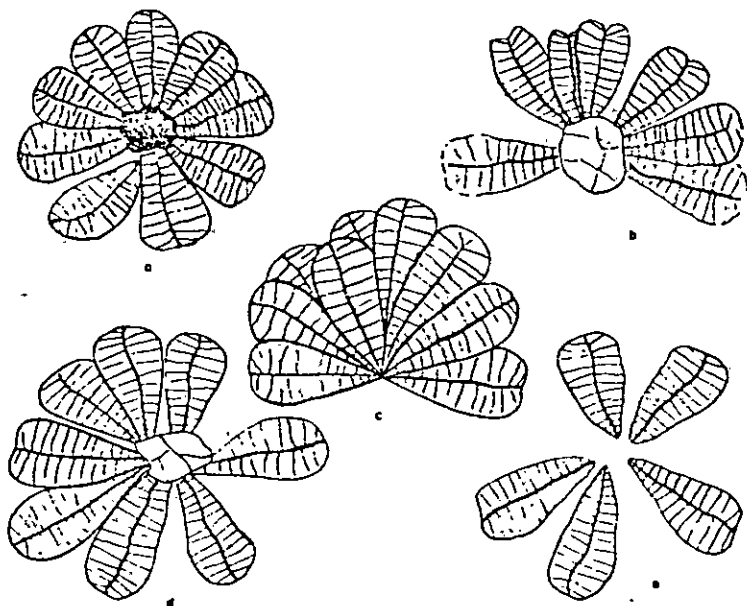


Fig. 1 *Nannoconus steinmanni* agrupados en "rosetas". a.—Pozo San Vicente N° 1 (1099.2-1100.2 m.) B, Edo. de Tamaulipas; b.—Pozo Martinica N° 1 (2092.9-2094.6 m.) x, Edo. de Hidalgo; c.—Pozo San Miguel del Rincón N° 1 (3026.8-3029.8 m.) 1x, Edo. de Veracruz; d.—Mismo pozo y profundidad, 6x; e.—53-39, Huizachal, carretera Cd. Victoria-Jaumave, Edo. de Tamaulipas, Col. F. Bonet M.

unidades en espiral; también menciona el género *Sycidium* del Devónico-Carbonífero, con oogonios que presentan una estructura celular peculiar que probablemente es de naturaleza espiral.

En conexión con este problema cabe mencionar el hallazgo, en varias ocasiones, de ejemplares de *N. steinmanni* dispuestos en roseta formada por unas 12 testas (Lám. III y Fig. 1). Esta curiosa disposición, aunque rara en comparación con los innumerables ejemplares sueltos que se encuentran en las mismas muestras, ha sido vista en suficiente número de veces como para, excluir definitivamente que pueda ser debida al azar; dicha disposición, que según comunicación verbal de Bronnimann, ha sido vista también por él, sugiere la que presentan ciertos fitoflagelados coloniales tales como *Synura* o *Syncrypta*; si esta analogía tuviera algún valor, cada testa representaría el esqueleto individual de un protozooario colonial y la presencia normal de ejemplares aislados, puede explicarse por la descomposición de la substancia gelatinosa que en vivo mantiene unidos los individuos de la misma colonia. También puede pensarse que las formas en roseta representen una etapa del ciclo evolutivo, tal como ocurre en algunas especies de *Trypanosoma* (*Schizotrypanum*).

Cabe apuntar también la posibilidad de que cada pretendida testa individual represente un elemento del esqueleto de un solo ser unicelular, tal como los cocolitos de los cocolitofóridos. Al respecto, Colom (1956:35) dice: "El hallazgo de nuevas formas fósiles de Cocolitoforíneas en las margas miocénicas del Norte de Africa por el profesor G. Deflandre, más el estudio minucioso de otras vivientes, hace pensar que los *Nannoconus* no hayan sido organismos libres e independientes, sino parte integrante, como apéndices externos, de determinadas formas de ese grupo, como es el caso, por ejemplo, de los rabdolites en las especies del género *Rhabdosphaera*, *Discosphaera*, etcétera, y de los grandes lopadolites del género *Scyphosphaera*. Una reconstrucción a base de interpretar a los *Nannoconus* en el sentido que morfológicamente poseen los rabdolites y lopadolites ha sido intentada en la fig. 7 (texto). Pero quiero hacer constar que se trata de una reconstrucción totalmente hipotética, pues no poseo ningún resto más o menos conservado parcialmente que me permita, a partir del mismo, intentar tal reconstrucción sobre una base positiva".

Deflandre (1959:133,134) no descarta la hipótesis de Colom y agrega por su parte, que ese tipo de organización y la forma en tónel de algunas especies de Bronnimann indican cierta similitud con los lopadolitos (*Scyphosphaera*), lo cual merece ser

señalado ya se trate de un fenómeno de convergencia o como indicio de afinidad entre los nanocónidos y los crisomonadinos.

Colom presintió la existencia de formas globulares, constituidas por testas de *Nannoconus* y llevó su presentimiento incluso hasta la especie, que a juzgar por la figura es *N. steinmanni*, que por otro lado, es la única que se ha encontrado en asociación globular.

Noël (1958), acepta la hipótesis de Colom, pero sugiere que las testas de *Nannoconus* estarían fijadas por el extremo más agudo y menciona haber observado grupos de *Nannoconus* dispuestos en arco de círculo; aparentemente se trata de ejemplares de *N. steinmanni*.

La disposición real que adoptan las formas cónicas de *Nannoconus* (*N. steinmanni*), como puede verse en la fig. 1 (a-e) y en la lámina III, es la inversa de la figurada por Colom, esto es, con los vértices hacia el centro, en el cual sólo en dos ocasiones se ha observado una porción circular totalmente falta de estructura; en la mayoría de los casos, los vértices se unen formando el centro del conjunto; los extremos redondeados quedan invariablemente hacia la periferia.

El Dr. F. Bonet, al observar la estructura representada en la lámina III, sin conocer la idea de Colom, manifestó que "en algunos géneros de cocolitofóridos, tal como *Scyphosphaera*, los cocolitos (lopadolitos), presentan formas cilíndricas o esféricas huecas, dispuestas radialmente en la superficie de la célula y al morir ésta, quedan en libertad; en contra de esta afinidad, cabe anotar el espesor y compleja estructura de la pared de *Nannoconus*, tan distinta de la de los lopadolitos".

La identidad de ideas de Colom y Bonet, es manifiesta y no obstante la prioridad del primero en esta hipótesis, es de justicia dar crédito a ambos autores en caso que se comprobare que *Nannoconus* es un organismo más complejo.

De acuerdo con lo anterior, *Nannoconus* es considerado como un grupo de animales de posición incierta en el Phylum Protozoa.

IV.—SISTEMATICA

Familia NANNOCONIDAE Deflandre, 1959.

Diagnosis.—Las características de la familia son las mismas de *Nannoconus*, que es género tipo y único de la familia.

Género NANNOCONUS Kamptner, 1931.

Diagnosis.—Concha calcítica, pequeña, de 4 a 35 μ de longitud, raras veces hasta de 50 μ , cuya forma en sección longitudinal puede ser trapezoidal (fig. 2-a,b,d,e), cónico-alargada (figs. 3 y 5), piriforme (figs. 8 y 9), globular (fig. 4) o rectangular (figs. 12-15). Pared formada por pequeños cristales de calcita hialina, en disposición radial y casi perpendiculares a la superficie externa, dispuestos en capa única con su vértice hacia el interior; en sección longitudinal los cristales tienen forma de pirámide muy alargada y de vértice romo y en sección transversal son casi rectangulares; en luz polarizada, los cristales se extinguen individualmente, es decir, las secciones de la testa no dan falsa cruz de interferencia; los cristales están dispuestos en espiral remontante que corta en ángulo aproximado de 45° al eje longitudinal de la concha (Lám. II, 3,4,8,9, figs. 9a, y b, 11b, 13b y 14b). La cavidad es de diversa forma según la especie, desde la de tubo cilíndrico más o menos estrecho hasta la esférica y comunica al exterior por dos aberturas diametralmente opuestas (no siempre visibles), una en posición basal y la otra apical.

Especie típica: *N. steinmanni* Kamptner 1931 por monotypia. Bronnimann (1955), sin hacer una designación formal de genotipo, menciona *Lagena colomi* como tipo del género; como esta especie independientemente de que después haya sido considerada como sinónimo de *N. steinmanni*, no fue considerada nominalmente en la descripción original del género, no puede ser tipo del género de acuerdo con las reglas de nomenclatura (Art. 30-c y Opinión 22); la especie nominal *N. steinmanni* es la única que puede ser tomada en consideración a este respecto.

Distribución estratigráfica.—Según Lapparent (1931), en Mallorca, el género se extiende desde el Valanginiano al Albiano Inferior; Colom (1948) refiriéndose a la misma isla, lo encuentra desde el Títoniano Superior hasta la base del Aptiano. Bronnimann (1955) en Cuba, le da el mismo alcance que el señalado por Lapparent para Mallorca. En México, Bonet (1956); lo menciona desde el Portlandiano (Títoniano) hasta fines del Albiano. Noël (1956) señala la presencia del género

Two New Species of *Calpionellites* from the Valanginian of Mexico and Spain

By FRANZ ALLMANN¹⁾ and MARIO TREJO²⁾

ABSTRACT

Two new species of *Calpionellites* are described.

Calpionellites coronata TREJO, n. sp., is reported from the Middle Valanginian - basal Hauterivian of Mexico. In Spain, France and the Swiss Prealps, this form is found to be restricted to the Lower-Middle Valanginian (F. A.).

Calpionellites caravacaensis ALLMANN, n. sp., from the Lower-Middle Valanginian of Spain, France and the Swiss Prealps is regarded as reliable Valanginian guide form. It develops within a relatively short time interval from *C. coronata*.

Introduction

At the II. Planktonic Conference held 1970 in Rome, one of us (F. A.) had orally reported on two new species of *Calpionellites* from the Valanginian of southern Spain. The two species - described in this paper as *Calpionellites coronata* TREJO, n. sp., and *C. caravacaensis* ALLMANN, n. sp. - are linked by a series of transitional forms. Working independantly, M. Trejo had discovered *C. coronata* n. sp. in Mexico. He presented the new species 1973 in Lyon at the "Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé" where the identity of *C. coronata* with one of the above mentioned forms from the Spanish sections was recognized. It was then decided to publish the results in a joint article.

The samples in which the new species have so far been observed are from a borehole in Mexico whereas the European samples were collected from continuously exposed surface sections.

The thin section containing the holotype of *C. coronata* and thin sections with topotypes are deposited at the Instituto Mexicano de Petróleo, Subdirección de Tecnología de Exploración, Mexico.

The thin section with the holotype of *C. caravacaensis* and thin sections with topotypes are deposited at the University of Berne, Geologisch-Paläontologisches Institut, Switzerland.

¹⁾ Geologisch-Paläontologisches Institut, University of Berne, Sahlistr. 6, 3012 Berne, Switzerland.

²⁾ Instituto Mexicano del Petróleo, Av. Cien Metros 152, Mexico 14 D.F., Mexico.

Paleontological description

Calpionellidae BONEF 1956¹*Calpionellites* COLOM 1948, emend. ALLEMANN & TREJO 1975.

Revised diagnosis: Lorica spheroid to cylindrical. The oral zone bears a simple or a complex inner collar, often separated from the main lorica by a fissure. Oral end of lorica and collar form a bifurcation. The collar may be short or elongate and in this case swings around and above the terminal part of the lorica. Wall end and collar show different optical orientation. Observed under crossed nicols, the extinction position differs by 45°.

Type species: *Calpionellites darderi* (COLOM) (holotype not designated).

Calpionellites coronata TREJO, n. sp.

Pl. I, Fig. 1-6; Pl. II, Fig. 1-4

Holotype: Pl. I, Fig. 1.

Locus typicus: Well Tezonapa No. 1, core 9, 3500-3502 m depth, Estado de Veracruz, Mexico.

Diagnosis: Lorica acorn-goblet shaped with a short aboral appendix which is seen only in good axial sections (Pl. I, Fig. 1; Pl. II, Fig. 3-4). Wall rather robust and generally of invariable thickness. Near the oral end, the lorica bifurcates. As a whole, the inner prong of the bifurcation is shaped like a bull's horn. Its lower, blunt segment reaches the height of the lorica's end. The thin outer segment swings around and surpasses the end of the lorica. It forms a small crown above the oral end of the test.

Under crossed nicols, this species shows the same properties as *C. darderi*. In both instances, the extinction position of collar and lorica differs by about 45°. This is the main reason to assign the new species to the genus *Calpionellites*.

Dimensions: Length 87-99 microns in Mexican forms, 85-100 microns in European forms. Width 68-77 microns for Mexican, 65-68 microns for European forms.

Remarks: *C. coronata* appears shortly after the first *C. darderi* in the European sections. Subsequently, transitional forms appear which link *C. coronata* with the cylindrical *C. caravacaensis*.

Comparison: *C. coronata* may easily be mistaken for *C. darderi* due to the identical shape of their loricas. *C. coronata* differs only by its peculiar horn-like collar from *C. darderi*, which has a short, blunt collar. However, if badly preserved, the thin outer segment of the collar of *C. coronata* is hardly visible.

Associated forms: In Mexico: *C. darderi*, *L. hungarica*, *T. carpathica*, *T. longa*, *R. cadischiana*. In Europe: *C. darderi*, *C. caravacaensis*, *L. hungarica*, *T. carpathica*, *T. longa* and *T. n. sp.* are common. Worth mentioning is also a slight overlap with the last occurrence of *C. oblonga* and *R. dadayi*.

Stratigraphic range: Mexico: Middle Valanginian - basal Hauterivian (M.T.). Europe: Lower Middle Valanginian: *Th. thurmanni* - *K. roubaudi* Zone in Spain, according to the ammonite determinations by J. Wiedmann, Tübingen [= *Th. pertransiens* Subzone - *K. roubaudi*-Zone of LL HIGARAT (1971) in SE-France].

Calpionellites caravacaensis ALLMANN, n. sp.

Pl. II, Fig. 10-15

Derivatio nominis: Caravaca, town W of Murcia, S-Spain.

Holotype: Pl. II, Fig. 11.

Locus typicus: Rio Quipar, 3 km S of Cehegin, E of Caravaca.

Stratum typicum: Zone of *K. roubaudi*, Lower Middle Valanginian, sample All. 71155-A.

Material: Thin sections from numerous samples of Valanginian sections in the Caravaca-Cehegin area in S-Spain, in SE-France and the Swiss Prealps.

Diagnosis: Lorica subcylindrical to cylindrical with short aboral appendix. Side-walls subparallel to parallel. Wall thickness varying from sample to sample but of almost equal thickness in a given specimen, with a slight thickening toward the oral end of the lorica. The horn-like collar bifurcates near the oral end and is usually separated from the lorica by a fissure. The lower, inner segment of the horn-like collar is thick, the thin outer segment is swinging around and above the oral end of the lorica. Under crossed nicols, *C. caravacaensis* shows the same features as *C. darderi* and *C. coronata*.

Dimensions: Length 125-140 microns, width 75 microns. Transitional forms from *C. coronata* to *C. caravacaensis* average 105-115 microns in length and 75 microns in width (Pl. II, Fig. 5-8), but rare forms with intermediate dimensions occur between these two groups.

Remarks: The extremely long form of *C. caravacaensis* with parallel, relatively thin side-walls is easy to separate from the short, thicker-walled *C. coronata* and *C. darderi* which both disclose convergent walls toward the aboral appendix.

The lorica's shape of *C. caravacaensis* is similar to that of *R. dadayi* KNAUER. However *R. dadayi* differs in having no S-shaped collar, but two separate collars, a shorter one placed inside and a longer one outside the terminal part of the lorica. In addition, *R. dadayi* exhibits a slight equatorial constriction (not deformation!) of the subparallel side-walls which is not seen in *C. caravacaensis*.

COLOM (1948) described a long, cylindrical form as *C. darderi* var. *major*. He emphasizes its constant dimensions of 115-130 microns in length and 65-70 microns in width. These dimensions and the shape correspond well to those of both *C. caravacaensis* and *R. dadayi*. The features of the collar, which only would make an assignment possible to either of these species, are not described in sufficient detail for *C. darderi* var. *major*. Therefore, it has to be dropped.

Occurrence: Subbetic zone of the Caravaca-Cehegin area (Prov. of Murcia) and Mallorca, Spain. - "Coupe d'Angles", N of Castellang, France. - Prealps S of Gruyères, Switzerland. Mexico.

REFERENCES

- ALLEMANN, F., WIEDMANN, J., & GRÜN, W. (1975): *The Berriasian of Caravaca (Prov. of Murcia) in the Subbetic Zone of Spain and its Importance for Defining this Stage and the Jurassic-Cretaceous Boundary*. - Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé, Lyon-Neuchâtel, 1973 (in press).
- BONET, F. (1956): *Zonificación microfauística de las calizas cretácicas del Este de México*. - XX^o Congr. geol. int., Mexico.
- COLOM, G. (1948): *Fossil Tintinnids: Loricated Infusoria of the Order of the Oligotricha*. - J. Paleont. 22.
- KNAUTH, J. (1963): *Calpionellidea-rendszertani kérdések (Problèmes systématiques des Calpionellidées)*. - Magyar áll. földt. Intéz. évi Jel. 1961.
- LE HIGARAT, G. (1971): *Le Berriasien du Sud-Est de la France*. - Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon 43.
- LE HIGARAT, G., & RIMANE, J. (1968): *Tithonique supérieur et Berriasien de la bordure cévenole. Corrélation des Ammonites et des Calpionelles*. - Geobios 1.
- RIMANE, J. (1971): *Les Calpionelles. Protozoaires planctoniques des mers mésogéennes de l'époque secondaire*. - Ann. Guéblard (Neuchâtel) 47.

Plate I

All figures $\times 400$

- Fig. 1-6 *Calpionellites coronata* TREJO n. sp. - Well Tezonapa No. 1, core 9, Mexico.
- 1: Holotype, subaxial section.
 3, 5: Subaxial sections.
 2, 4, 6: Slightly oblique at aboral end.

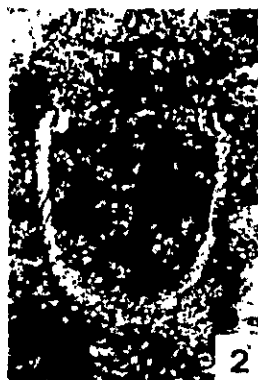


Plate II

- Fig. 1-4 *Culpionellites coronata* TREJO n. sp. - Sample All. 69152, S of Cehegin, Spain.
1-2: Slightly oblique sections, not axial at aboral side.
3-4: Axial sections.
- Fig. 5-8 Transitional forms from *Culpionellites coronata* TREJO n. sp. to *Culpionellites caravacaensis* ALLMANN n. sp. - Sample All. 69153, S of Cehegin, Spain.
5: Slightly oblique at aboral end.
6-8: Subaxial sections, aborally near appendix.
- Fig. 9-15 *Culpionellites caravacaensis* ALLMANN n. sp. - Sample All. 69155, S of Cehegin, Spain.
9: Oblique section of slightly deformed lorica.
10: Subaxial section with subparallel side-walls.
11: Holotype, slightly oblique near aboral end.
12: Axial section.
13: Subaxial section with parallel side-walls.
14: Diagonal section. The two broad parallel belts show intersected terminal lorica and collar.
15: Collar of holotype. Enlargement of Figure 11.

