

QUISTES DE DINOFLAGELADOS DEL CENOMANIENSE SUPERIOR Y TURONIENSE INFERIOR DE GANUZA, NAVARRA. II - BIOESTRATIGRAFÍA

Shaozhi MAO¹ y Marcos A. LAMOLDA²

¹Department of Geology. China University of Geosciences. Xueyuan Lu 29. Beijing 100083. China.

²Facultad de Ciencias-UPV. Campus de Lejona. E-48940 Lejona.

Correspondencia con/Correspondence to: Marcos A. Lamolda <gpplapam@lg.ehu.es>

Mao, S. y Lamolda, M.A. 1999. Quistes de dinoflagelados del Cenomaniense superior y Turoniense inferior de Ganuza, Navarra, II.- Bioestratigrafía. [Late Cenomanian and Early Turonian Dinoflagellate cysts at Ganuza, Navarra. II - Biostratigraphy]. *Revista Española de Paleontología*, nº extr. Homenaje al Prof. J. Truyols, 195-203. ISSN 0213-6937.

ABSTRACT

Dinocyst assemblages found in the Ganuza section are very rich, similar to coetaneous assemblages from Blue Point, Arizona (USA). In fact, Ganuzan dinocyst assemblages are more diversified than those found in northern France and southern England, and have no record of cool water dinocyst species, which are stratigraphical indices at temperate and boreal localities. Nevertheless, the first occurrence of *Senoniasphaera rotundata* Clarke and Verdier is well correlated to other localities, especially successive first records of *Quadrum gartneri* Prins and Perch-Nielsen, *S. rotundata* and *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli) are common characteristics at both the Paris Basin and our locality. It allows us to distinguish two biozones: the *Litosphaeridium siphoniphorum* Zone, overlaid by the *Senoniasphaera rotundata* Zone. Furthermore, last occurrences of *Epelidosphaeridia spinosa* (Cookson and Hughes) Davey, *Florentinia cooksoniae* (Singh) Duxbury, *L. siphoniphorum* (Cookson and Eisenack) Davey and Williams, *Pervosphaeridium cenomaniense* (Norvick) Below, *Protoellipsodinium densispinum* Morgan, *Protoellipsodinium spinosum* Davey and Verdier, and *Sentusidinium* cf. *eisenackii* (Boltenhagen) Lentini and Williams are also good markers of the Cenomanian-Turonian boundary at Ganuza.

Keywords: Dinocysts, biostratigraphy, Cenomanian-Turonian boundary, northern Spain.

RESUMEN

Las asociaciones de dinoquistes del tránsito Cenomaniense-Turoniense de la sección de Ganuza se encuentran entre las de mayor diversidad conocida, sólo las asociaciones encontradas en Blue Point, Arizona (EEUU), les son comparables. Existen diferencias apreciables con las asociaciones encontradas en el norte de Francia y en el sur de Inglaterra, no sólo por su mayor riqueza específica sino por la ausencia de dinoquistes propios de aguas frías en nuestra localidad, que por otra parte resultan ser índices estratigráficos en esas áreas de Europa occidental. No obstante, el primer registro de *Senoniasphaera rotundata* Clarke y Verdier muestra una buena correlación con los correspondientes en otras localidades, especialmente los primeros registros sucesivos de *Quadrum gartneri* Prins y Perch-Nielsen, *S. rotundata* y *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli) tanto en Ganuza como en la Cuenca de París. Lo que nos permite diferenciar dos biozonas: Zona de *Litosphaeridium siphoniphorum* y otra suprayacente, Zona de *Senoniasphaera rotundata*. Los últimos registros de las especies *Epelidosphaeridia spinosa* (Cookson y Hughes) Davey, *Florentinia cooksoniae* (Singh) Duxbury, *L. siphoniphorum* (Cookson y Eisenack) Davey y Williams, *Pervosphaeridium cenomaniense* (Norvick) Below, *Protoellipsodinium densispinum* Morgan, *Protoellipsodinium spinosum* Davey y Verdier y *Sentusidinium* cf. *eisenackii* (Boltenhagen) Lentini y Williams son también en Ganuza buenos indicadores del límite Cenomaniense-Turoniense.

Palabras clave: Dinoquistes, bioestratigrafía, límite Cenomaniense-Turoniense, norte de España.

INTRODUCCIÓN

Tras el estudio taxonómico de los quistes de dinoflagelados, dado a conocer en la primera parte de este trabajo (Mao y Lamolda, 1998), tratamos en esta segunda parte las asociaciones de dinoquistes en comparación con otras localidades de edades similares, con vistas a establecer una biozonación y mostrar el interés estratigráfico de algunas especies.

Salvo el trabajo de Hergreen (1980), en terrenos cenomanienses asturianos, y el de Berthou *et al.* (1980), en el Cretácico medio portugués, no hay otros datos de dinoquistes de edades similares en la Península Ibérica. Además, en ambos casos las asociaciones son más pobres y menos diversificadas que las encontradas en Ganuza, con lo que su interés en términos comparativos es relativo. Por esto, los resultados obtenidos no sólo son una aportación detallada sobre las palinofloras marinas del paso Cenomaniense-Turonense en la península, sino que pueden considerarse de interés para un mejor conocimiento de las microfloras del Tetis en un momento de crisis, como el que representa dicho paso en el norte de España y a nivel global.

El estudio viene a completar otros sobre diversos fósiles tanto de la macrofauna (inocerámidos y ammonites) como microfósiles calcáreos (foraminíferos y nanoflora) (Lamolda y Peryt, 1995; Lamolda y Gorostidi, 1996). Las características litológicas de la sección de Ganuza y una cronoestratigrafía detallada pueden verse en Lamolda *et al.* (1997). La posición de las muestras estudiadas, así como las técnicas utilizadas y la composición de las asociaciones de dinoquistes están contenidas en la primera parte de este trabajo (Mao y Lamolda, 1998), donde también se recogen, en un apéndice, todas las especies y subespecies reconocidas en la sección estudiada. Sus análisis paleogeográfico y paleoecológico, y una interpretación de sus cambios en relación con la crisis biótica del final del Cenomaniense pueden encontrarse en Lamolda y Mao (en prensa).

ANÁLISIS DE LAS ASOCIACIONES DE DINOQUISTES

COMPARACIONES CON OTRAS LOCALIDADES

Las asociaciones encontradas en la sección de Ganuza, con 139 especies y subespecies, están entre las más ricas conocidas correspondientes al tránsito Cenomaniense-Turonense, siendo similares a las referidas por Li y Habib (1996) en Blue Point, Arizona, con 127 especies, aunque con diferencias notables en la composición dados sus distintos y lejanos escenarios paleogeográficos. A pesar de esta riqueza específica, las asociaciones vienen dominadas por una quincena de especies; en particular, *Exochosphaeridium phragmites* Davey, Downie, Sarjeant y Williams, *Spiniferites multibrevis* (Davey y Williams) Below, *S. ramosus* (Ehrenberg) Mantell y *Trichodinium castanea* (Deflandre) Clarke y Verdier se encuentran ubicada y

abundantemente (Fig. 1), aunque es difícil que cada una de ellas supere el 15 % de las asociaciones. Las diferencias entre asociaciones a lo largo de la columna estratigráfica están más relacionadas con la abundancia absoluta de dinoquistes que con la riqueza específica, aunque ambos índices presentan un mínimo en el Turonense basal, que se correlaciona bien con el importante cambio notado por Foucher (in Robaszynski *et al.*, 1982) en las asociaciones de pólenes y esporas en terrenos coetáneos de la Cuenca de París.

Por otra parte, el tercio inferior de la sección de Ganuza presenta mayores proporciones del grupo de *Trichodinium castanea*, mientras que en los dos tercios superiores es en parte sustituido por el grupo de *E. phragmites* y por *Palaeohystrichophora infusorioides* Deflandre (Fig. 1). Este cambio en la abundancia de los taxones dominantes es coincidente con la crisis biótica de los foraminíferos citada por Lamolda y Peryt (1995) en esta misma sección de Ganuza. Por el contrario, la especie *S. ramosus* y otras afines mantienen sus proporciones sin cambios apreciables en el conjunto de la sección estudiada. La presencia regular de *Spiniferites* spp., *Odontochitina operculata* (Wetzel) Deflandre y Cookson y, en menor grado, la de *Oligosphaeridium complex* (White) Davey y Williams, especies cosmopolitas, indican una asociación en comunicación continua con alta mar, datos reforzados por la menor presencia de las especies de *Cyclonephelium* y su grupo, más propios de zonas neríticas (Li y Habib, 1996).

Las asociaciones correspondientes a las muestras de edad Cenomaniense superior de Ganuza tienen 54 especies y subespecies en común con las citadas en el Boulonnais por Foucher (in Robaszynski *et al.*, 1980); entre ellas, las especies: *Coronifera oceanica* Cookson y Eisenack, *Exochosphaeridium bifidum* (Clarke y Verdier) Clarke *et al.*, *Florentinia mantellii* (Davey y Williams) Davey y Verdier, *Palaeohystrichophora infusorioides*, *Pervosphaeridium pseudhystrichodinium* (Deflandre) Yun, *Pterodinium cingulatum* (Wetzel) Below y *Spiniferites ramosus* son importantes en ambas asociaciones, pero las especies *Exochosphaeridium phragmites*, *Spiniferites multibrevis* y *Trichodinium castanea* juegan en la localidad española un papel más notable que en la del norte de Francia. Respecto a las asociaciones del Cenomaniense medio de Fumichon, Normandía, Tocher y Jarvis (1994) citaron 47 especies de las que 41 están presentes en Ganuza; la diferencia principal es que nuestros materiales del Cenomaniense superior presentan una mayor riqueza específica. Además, las tres especies dominantes cambian; así en la localidad francesa lo son: *Circulodinium distinctum* (Deflandre y Cookson) Jansonius, *Odontochitina operculata* y *Oligosphaeridium complex*, mientras que en Ganuza las dominantes son: *Exochosphaeridium phragmites*, *Palaeohystrichophora infusorioides* y *Spiniferites ramosus*, que incluso pueden estar ausentes en Fumichon.

La comparación con las especies encontradas por Foucher (in Robaszynski *et al.*, 1982) en la Cuenca de París arroja 43 especies comunes con nuestras

asociaciones, de las 73 citadas por dicho autor. De ellas, las especies *Exochosphaeridium phragmites*, *Pterodinium cingulatum* y *Spiniferites ramosus* presentan abundancias comunes en ambas localidades. El Cenomaniense superior del "Basin Vocontien" (en Vergons, sureste de Francia) es también menos rico que el de Ganuza, con un total de 61 especies y subespecies reconocidas (Courtinat *et al.*, 1991), de las que 42 son comunes en los mismos niveles estratigráficos de ambas localidades, coincidiendo como especies dominantes *E. phragmites* y *S. ramosus*, y entre las de abundancia común, *P. infusorioides*; por el contrario, *Cyclonephellium* spp. está mejor representado en Vergons, junto con *Eurydinium saxoniense* Marshall y Batten (ausente en Ganuza), ligados al desarrollo de arcillas negras en dicha localidad.

Si comparamos nuestras asociaciones con las encontradas en la Isla de Wight por Clarke y Verdier (1967), hay hasta 27 taxones en común, incluidos *E. bifidum*, *P. infusorioides* y *S. ramosus*; pero sus diferencias son apreciables pues en cada caso hay especies importantes que no son comunes a ambas localidades. Así, p.ej.: *Cleistosphaeridium huguoniotii* (Valensi) Davey, *Circulodinium distinctum*, *Coronifera striolata* (Deflandre) Stover y Evitt, *Hystrichodinium pulchrum* Deflandre y *L. siphoniphorum* son abundantes y con un registro regular en la Isla de Wight; por el contrario, *E. phragmites*, *S. multibrevis*, *S. ramosus* y *T. castanea* lo son en Ganuza; a lo que hay que añadir la ausencia, en Ganuza, de quistes cavados como los del género *Deflandrea* o los gymnodinioides. Algo parecido se obtiene cuando se comparan nuestras asociaciones con las descritas por Davey (1969, 1970; Fetcham Mill, Compton Bay y Escalles), con un total de 36 especies comunes, de las que *P. infusorioides* y *S. ramosus* son las dominantes. En Portugal, en terrenos de edades Albiense a Cenomaniense, Berthou *et al.* (1980) reconocieron una asociación que presenta hasta 18 especies comunes con las asociaciones cenomanienses de Ganuza, pero representan el 55% de las especies que determinaron, con lo que en términos de riqueza específica las diferencias son muy importantes. Finalmente, la comparación con los materiales de la sección del Arenero de Xixun (Herngreen, 1980) es muy parcial dado el escaso material estudiado en la sección asturiana, sólo cuatro muestras de las que una es casi estéril, con 12 especies reconocidas, entre ellas se registran en las tres muestras fértiles: *C. oceanica*, *P. infusorioides*, *Pervosphaeridium truncatum* (Davey) Below y *S. ramosus*.

Por su parte, las asociaciones encontradas en las muestras de edad Turoniense inferior (GZ 57 a GZ 8; Lamolda *et al.*, 1997) presentan numerosas especies comunes con las referidas por FitzPatrick (1995) en el sur de Inglaterra; en total 34 especies y subespecies, de las 78 que reconoció dicho autor, incluyendo la especie nominal de la zona, que es además un buen marcador del Turoniense. Entre las diferencias las hay, probablemente, debidas a la distinta paleobiogeografía entre las localidades inglesas y españolas; resalta en nuestros materiales la ausencia de los quistes cavados

peridinioides *Eurydinium saxoniense* e *Isabelidinium belfastense* (Cookson y Eisenack) Lentin y Williams, de acuerdo con la relación positiva entre aguas frías y los registros de dichos quistes. Pero puede haber otros elementos actuantes, tal puede ser la presencia dominante en Ganuza de la especie *S. ramosus*, al contrario que en las localidades inglesas, en relación con un ambiente de depósito más alejado de costas en nuestros materiales. Hay mayores semejanzas entre los materiales turonienses de la Cuenca de París y los de Ganuza. No tanto por las especies encontradas, hay 34 presentes en nuestros materiales de las 118 especies y subespecies que reconoció Foucher (in Robaszynski *et al.*, 1982), sino por la presencia de tres especies importantes en ambas áreas: *P. infusorioides*, *S. multibrevis* y *S. ramosus*. La comparación, a grandes rasgos, con los materiales turonienses voconciacos (Courtinat *et al.*, 1991) es análoga a la ya dicha para los del Cenomaniense superior; estos autores citaron 51 especies y subespecies, de las cuales ninguna es de nueva aparición tras la crisis del Cenomaniense terminal.

La comparación de nuestras asociaciones turonienses con las coetáneas de localidades más lejanas, en el norte de Europa o en otros continentes, sólo tiene un interés general dadas las importantes variaciones en las condiciones paleoceanográficas conocidas en las distintas zonas geográficas. Por ejemplo: los datos australianos de Helby *et al.* (1987) reconocen para el tránsito Cenomaniense-Turoniense las zonas de *Diconodinium multispinum* y de *P. infusorioides*; sus asociaciones no son comparables con las coetáneas de Ganuza, pues especies allí importantes, como: *Conosphaeridium striatoconus* (Deflandre y Cookson) Cookson y Eisenack, *Diconodinium multispinum* (Deflandre y Cookson) Cookson y Eisenack, *Microdinium ornatum* Cookson y Eisenack y *Pseudoceratium ludbrookiae* (= *Endoceratium ludbrookii* (Cookson y Eisenack) Loeblich y Loeblich emend. Morgan) están ausentes en nuestras muestras. Algo similar ocurre con *Surculosphaeridium longifurcatum* (Firtion) Davey *et al.* que es una especie común en su zona homónima en el Atlántico, Scotia Shelf y Grand Bank (Bujak y Williams, 1978) y está ausente en Ganuza en los niveles coetáneos del Turoniense inferior.

Mención especial merecen los datos sobre la Cuenca del Western Interior (EEUU) de Li y Habib (1996), donde la riqueza específica es similar a la de Ganuza, 150 y 139 especies y subespecies, respectivamente; pero con relativamente pocas especies en común, sólo 25, dadas las apreciables diferencias paleogeográficas entre las localidades americanas y la española, en general más internas aquellas. Esas diferencias se hacen menores si comparamos nuestros datos con los de la sección de Pueblo (Courtinat, 1993), similar a Ganuza en su posición paleogeográfica. Sobre un total de 67 especies registradas en el Cenomaniense superior de Pueblo, hay 35 comunes con las encontradas en Ganuza. Especialmente son de resaltar las especies *Achomosphaera ramulifera* (Deflandre) Evitt, *Odontochitina operculata*, *Palaeohystricophora infusorioides*, *Pterodinium cingulatum*, *Spiniferites multibrevis*, *S. ramosus* y *Trichodinium*

castanea, todas ellas importantes por su registro en ambas localidades; por contra se aprecia la ausencia o escaso registro de especies del género *Cyclonephelium* y su grupo, en Ganuza, excepto la presencia común de *Circulodinium distinctum* (Fig. 1).

SOBRE LA EDAD DE LAS ASOCIACIONES

Según Williams *et al.* (1993) muchas de las especies comunes encontradas, como: *Callaiosphaeridium asymmetricum* (Deflandre y Courteville) Davey y Williams, *Circulodinium distinctum*, *Coronifera oceanica*, *Odontochitina operculata*, *Palaeohystrichophora infusorioides*, *Spiniferites ramosus*, *Trichodinium castanea* y *Xenascus ceratioides* (Deflandre) Lentin y Williams (Fig. 1), tienen distribuciones muy amplias que van desde el Aptiense o Albiense hasta el Campaniense o Maastrichtiense, o incluso más modernas (*S. ramosus*). No obstante, la distribución restringida de *Florentinia cooksoniae* y *Litosphaeridium siphoniphorum*, ambas desde el Albiense superior al Cenomaniense superior, y de *Senoniasphaera rotundata* con sus primeros registros datados del Turoniense inferior, tienden a limitar la sección estudiada a edades Cenomaniense y Turoniense. En particular, el registro de *S. rotundata* presente en la parte media de la sección 'GZ' (muestras GZ 5 y GZ 64) es indicativo de una edad Turoniense, y los últimos registros de *L. siphoniphorum* (GZ 51) y *F. cooksoniae* (GZ-a) apoyan una edad anterior al Turoniense para los niveles que las contienen (sección 'G' y parte inferior de la sección 'GZ'; Fig. 1).

De la especie *Florentinia cooksoniae* hay registros desde el Barremiense al Cenomaniense (Singh, 1983) en varias áreas del Canadá continental y en mar abierto de su costa oriental, y en Inglaterra. Foucher (en Robaszynski *et al.*, 1982) citó ejemplares de dicha especie en terrenos de edad Turoniense de la Cuenca de París, pero estos ejemplares los refería al concepto expresado por Duxbury (1980) sobre *F. cooksoniae*, que según Singh (1983) serían más próximos a *Florentinia mantellii* que a *F. cooksoniae*, por lo que su presencia en terrenos turonienses es dudosa; de hecho es única y Williams y Bujak (1985) dieron en su recopilación una distribución para *F. cooksoniae* hasta el Cenomaniense superior, con una desaparición algo más antigua que la de *L. siphoniphorum*; tal como ocurre en Ganuza (Figs. 1, 2). Consideramos por tanto a *F. cooksoniae* como una buena especie marcadora del límite Cenomaniense-Turoniense, aún cuando hay que hacer notar que en Ganuza la especie es rara.

Los últimos registros de *Litosphaeridium siphoniphorum* suelen tener una buena correlación, en general. Ya Foucher (in Robaszynski *et al.*, 1980) los databa como Cenomaniense superior, Zona de *Silicisphaera ferox* (*Florentinia ferox*), en buena correspondencia con Williams *et al.* (1993). El techo del acmé de *L. siphoniphorum* fue utilizado por Dodsworth (1996, p. 53) como datador (Cenomaniense superior) en numerosas localidades, principalmente a ambos lados del Atlántico; aún cuando puedan encontrarse algunos raros y

esporádicos especímenes en rocas turonienses. También, en la sección estudiada, el último registro de *L. siphoniphorum* (muestra GA 51, Fig. 2) está de acuerdo con dichas referencias y puede datarse como Cenomaniense terminal. Son estas razones las que nos llevan a considerar a *L. siphoniphorum* como otra de las especies indicadoras del límite Cenomaniense-Turoniense.

Los primeros registros de *Senoniasphaera rotundata* en la "Craie à *Inoceramus*" del Sondeo de Civray, en la Cuenca de París, fueron referidos a edades del Turoniense inferior (Foucher, in Robaszynski *et al.*, 1982). El registro de *S. rotundata* justo sobre las "Melbourn Rock" señalado por Jarvis *et al.* (1988) en Dover y por FitzPatrick (1995) en la Isla de Wight, apoyan la referida edad Turoniense inferior para estos primeros registros. En la sección de Ganuza se encuentra un registro similar desde la muestra GZ 5, Turoniense inferior (Zona de *Mammites nodosoides*; Lamolda *et al.*, 1997), situación análoga al registro más bajo del Sondeo de Civray (Foucher, in Robaszynski *et al.*, 1982), que además conlleva una secuencia de bioeventos idéntica: primeros registros sucesivos del nanofosil *Quadrum gartneri*, seguido del de *S. rotundata*, que a su vez viene seguido por el del foraminífero planctónico *Helvetoglobotruncana helvetica* (Fig. 2); no obstante, hay que resaltar que *S. rotundata* es una especie rara y esporádica en nuestras muestras, presente sólo en dos de ellas (Fig. 1), siendo la única especie de los dinoquistes citados por Foucher (in Robaszynski *et al.*, 1982) y FitzPatrick (1995), cuyos primeros registros son característicos del Turoniense basal, presente en nuestras muestras.

Las edades de los registros de *Epelidosphaeridia spinosa* reflejan algunas diferencias. Así, mientras Williams *et al.* (1993) dieron una edad Cenomaniense inferior y medio para su registro en el Hemisferio Norte, Bujak y Williams (1978) lo extendieron junto con el de *L. siphoniphorum* hasta la Zona de Acmé de *Surcolosphaeridium longifurcatum*, de edad Turoniense, para el Atlántico canadiense y alrededores. La cita original de *E. spinosa* se debe a Cookson y Hughes (1964), encontrada en las Cambridge Greensand y Chalk Marl de Cambridge, Inglaterra, de edad Cenomaniense inferior; posteriormente, fue encontrada por Davey (1969) en los lechos inferiores y medios del Cenomaniense de Fetcham Mill y Compton Bay, Inglaterra, y Escalles, Francia; en el Cenomaniense inferior y medio del Boulonnais, Francia, por Foucher (in Robaszynski *et al.*, 1980) y en el Cenomaniense medio de la Cuenca de París (Foucher, in Robaszynski *et al.*, 1982). En la sección estudiada, el registro de *E. spinosa* alcanza niveles del Cenomaniense terminal (muestra GZ 54), de acuerdo con la posición del límite Cenomaniense-Turoniense definida entre los primeros registros del ammonites *Kamerunoceras* sp. y del inocerámido *Mytiloides kossmati kossmati* (Heinz) (Lamolda *et al.*, 1997), posición más en la línea de la opinión de Stover *et al.* (1996) que citaron *E. spinosa* hasta niveles inferiores del Cenomaniense superior. Por todo esto,

nuestra opinión es considerar que *E. spinosa* se extiende hasta el Cenomaniense superior (Fig. 2), siendo sus últimos registros un buen índice para caracterizar la transición entre el Cenomaniense y el Turoniense, junto con los de *L. siphoniphorum*.

La especie *Florentinia resex* Davey y Verdier está registrada, con una abundancia absoluta rara, entre las muestras GZ 53 y GZ 6, lo que se corresponde con el tránsito Cenomaniense-Turoniense (Lamolda *et al.*, 1997). Sus registros en Francia en el Turoniense inferior (Davey y Verdier, 1976) y en el Cenomaniense inferior y medio del área del Peace River (Canadá) (Singh, 1983), aunque estos ejemplares sean más pequeños que los europeos, hacen que sus últimos registros sean interesantes para la caracterización del tránsito entre el Cenomaniense y el Turoniense (Fig. 2); no obstante, tanto las pocas referencias conocidas como su escasez, en nuestras muestras, no permiten asegurarlo por el momento.

Una especie hasta ahora poco referida, *Protoellipsoidinium spinosum*, presenta sus últimos registros en posiciones estratigráficas variables según las zonas geográficas en las que se encuentra. Así, para zonas fuera del ámbito del Tethys, Williams y Bujak (1985) refirieron sus últimos registros en el Albiense terminal, mientras que Clarke y Verdier (1967) los dieron en el Cenomaniense superior de la Isla de Wight, aunque el conjunto de los resultados de los últimos autores fueron posteriormente criticados y puestos en duda por FitzPatrick (1995). No obstante, en Ganuza los últimos registros de *P. spinosum* se encuentran en el Cenomaniense terminal (muestra GZ 54), de forma análoga al último registro de *L. siphoniphorum* (GZ 51). También la especie *Sentusidinium cf. eisenackii* tiene en Ganuza sus últimos registros en el Cenomaniense terminal (GZ 56), posición similar a la que tienen en la sección de Blue Point (Li y Habib, 1996), donde esta especie está registrada hasta la parte superior de la Zona de *Neocardioceras judii*. Aún cuando con los escasos datos disponibles no pueda asegurarse el valor estratigráfico de estas especies, al menos sí son interesante en nuestra sección para delimitar con sus últimos registros el Cenomaniense terminal (Fig. 2).

También las especies *Pervosphaeridium cenomaniense* y *Protoellipsoidinium densispinum* presentan sus últimos registros en el Cenomaniense terminal de Ganuza (muestras GZ a y GZ53, respectivamente; Figs. 1, 2), pero, al ser especies que rara vez se citan, no puede asegurarse si tienen validez general dichos registros; en cualquier caso, son útiles para la caracterización del límite Cenomaniense-Turoniense en la sección de Ganuza.

Hay otras especies, como *Achomosphaera sagena* Davey y Williams, *Florentinia laciniata* Davey y Verdier, *Kleithrisphaeridium readei* (Davey y Williams) Davey y Verdier, *Leberidocysta defloccata* (Davey y Verdier) Stover y Evitt y *Tanyosphaeridium variecalamum* Davey y Williams que tienen sus últimos registros en el Cenomaniense terminal de Ganuza (Fig. 1); pero en estos casos hay datos de registros posteriores

en la Cuenca de Paris (Foucher, in Robaszynski *et al.*, 1982) y en el sur de Inglaterra (FitzPatrick, 1995) en terrenos turonienses. Por lo que más bien respondería su falta en Ganuza a una desaparición local, aunque para el caso del último registro de *A. sagena* los datos son coincidentes con lo encontrado por Li y Habib (1996, p.17).

BIOZONACIÓN

Muchas de las especies y subespecies se distribuyen a lo largo de todo la serie y, salvo alguna variación en su abundancia, no son de utilidad bioestratigráfica. Las cuatro especies dominantes apenas muestran variaciones en su abundancia relativa, salvo la referida para *T. castanea* en la parte superior de la sección. Si tomamos estas variaciones más la presencia de varias especies de interés estratigráfico, tanto a nivel general como local (comentadas en el apartado anterior), nos lleva a distinguir dos biozonas: Zona de *Litosphaeridium siphoniphorum* y Zona de *Senoniasphaera rotundata*.

Ambas zonas se han utilizado anteriormente en Europa occidental, aunque no con las mismas características a pesar de las semejanzas entre las asociaciones de Ganuza con las del norte de Francia (Foucher, in Robaszynski *et al.*, 1980) y las de la Isla de Wight (Clarke y Verdier, 1967).

a) Zona de *Litosphaeridium siphoniphorum*

Esta zona es la que presenta diferencias más notables con sus homónimas tanto en Inglaterra como en Francia. La comparación con las secciones inglesas es por fuerza incompleta; sólo el Cenomaniense superior en Ganuza frente a todo el Cenomaniense en la Isla de Wight, por lo que en nuestra localidad estaríamos en presencia de la parte superior de la Zona de *L. siphoniphorum* definida por Clarke y Verdier (1967) (cf. Williams y Bujak, 1985, p. 871). Pero, desgraciadamente, no se pueden reconocer las subbiozonas allí establecidas, puesto que las especies *Protoellipsoidinium spinosum* y *L. siphoniphorum* tienen sus últimos registros en Ganuza en niveles similares, mientras que en la Isla de Wight sus diferentes registros son criterio para la biozonación. Como tampoco hemos encontrado, en Ganuza, registros de *Endoscrinium campanula* (Gocht) Vozzhennikova especie nominal de la zona suprayacente en Inglaterra, nos queda como elemento común importante los últimos registros de *L. siphoniphorum* en el Cenomaniense terminal de ambas localidades.

Con el norte de Francia la diferencia es aún mayor, pues allá la Zona de *L. siphoniphorum* se restringe a edades del Cenomaniense inferior y medio. Los términos correlacionables con nuestros materiales corresponden a la Zona de *Silicisphaera ferox* (*Florentinia ferox*), pero esta especie tampoco la hemos encontrado en Ganuza. Ello no impide que podamos establecer una buena correlación entre ambas áreas, si atendemos a los últimos registros de la especie *L. siphoniphorum*, tal como discutimos en el apartado anterior.

Muestras	Edad	Biozonas	Distribución de algunos taxones clave	Bioeventos				
GZ 8 GZ7b GZ6a GZ6 GZ64 GZ62 GZ60 GZ5 GZ2b GZ59 GZ57a GZ57	Turoniense inferior	<i>Senoniasphaera rotundata</i>	<p>— <i>Leptodinium ? delicatum</i></p> <p>— <i>Florentinia resex</i></p> <p>— <i>Senoniasphaera rotundata</i></p>	<p>— <i>S. rotundata</i></p> <p>— <i>H. helvetica</i></p> <p>— <i>Q. garneri</i></p>				
GZ56 GZ54 GZ53 GZ51 GZa GZ72 GZ71 G2 G3 G7b G8 G12 G13 G14 G16 G18 G19 G20 G21 G23 G24 G25 G26 G27 G28 G29 G30 G31 G32 G33					Cenomaniense superior	<i>Litosphaeridium siphoniphorum</i>	<p>— <i>Litosphaeridium siphoniphorum</i></p> <p>— <i>Florentinia cooksoniae</i></p> <p>— <i>Epelidosphaeridia spinosa</i></p> <p>— <i>Protoellipsoidinium spinosum</i></p> <p>— <i>Sentusidinium cf. eisenackii</i></p> <p>— <i>Protoellipsoidinium densispinum</i></p> <p>— <i>Pervosphaeridium cenomaniense</i></p>	<p>— <i>A. sagena</i> y <i>K. readei</i></p> <p>— <i>Mytiloides kossmati kossmati</i></p> <p>— <i>Rotalipora cushmani</i></p>

Figura 2. Distribución de algunas especies clave de dinoflagelados para la cronoestratigrafía y biozonación en la sección de Ganuza. A= *Achomosphaera*; H= *Helvetoglobotruncana*; K= *Kleitriasphaeridium*; Q= *Quadrum*; S= *Senoniasphaera*.

En la sección estudiada, la Zona de *L. siphoniphorum* se extiende desde la base de la sección 'G' hasta el primer registro de la especie *Senoniasphaera rotundata* (muestra GZ 5), abarcando edades entre el Cenomaniense superior y el Turoniense inferior. Se han encontrado hasta un total de 112 especies y subespecies con escasas variaciones cuantitativas a lo largo de su extensión, salvo la disminución hacia techo de *T. castanea* y el aumento consiguiente de *E. phragmites* y *P. infusorioides*. Hacia techo van desapareciendo varias especies, ya sean de interés estratigráfico, como *P. cenomaniense*, *F. cooksoniae*, *L. siphoniphorum*, *P. densispinum*, *E. spinosa*, *P. spinosum* y *S. cf. eisenackii*, en el citado orden (Fig. 2), o bien con un interés estratigráfico local, tales como las especies *Achomosphaera sagena*, *Florentinia laciniata*, *Kleitriasphaeridium readei*, *Leberidocysta defloccata* y *Tanyosphaeridium variecalamum* (Fig. 1).

Nuestro concepto de la Zona de *L. siphoniphorum* está de acuerdo con el de Clarke y Verdier (1967) en la Isla de Wight, principalmente en cuanto a la caracterización de su límite superior, pero a diferencia de las localidades inglesas, no cabe distinguir las subzonas propuestas por dichos autores. Por otra parte, la ausencia en nuestras muestras de *Florentinia ferox* (Deflandre) Duxbury es la principal razón que influye sobre los criterios de zonación seguidos por Foucher (in Robaszynski *et al.*, 1980) en el Boulonnais y nuestro caso.

b) Zona de *Senoniasphaera rotundata*

Comprende desde la muestra GZ 5 con el primer registro de *Senoniasphaera rotundata* y el de *Leptodinium ? delicatum* (Davey) Sarjeant hasta la parte superior de la sección estudiada (Fig. 1), sin haber podido fijar su límite superior. La parte aquí representada tiene una edad Turoniense inferior (Zona de *Mammites nodosoides*; Lamolda *et al.*, 1997). Se han encontrado un total de 78 especies y subespecies, de las cuales hay varias que tienen aquí sus últimos registros, tales como *Circulodinium brevispinosum* (Pocock) Jansonius, *Cleistosphaeridium diversispinosum* Davey, Downie, Sarjeant y Williams, *Florentinia deanei* (Davey y Williams) Davey y Verdier, *F. resex*, *Hystrichodinium pulchrum*, *Kallosphaeridium ringnesiorum* (Manum y Cookson) Helby, *Oligosphaeridium complex*, *Pervosphaeridium paucispinum* (Eisenack y Cookson) Jan de Chêne y Fauconnier, *Taleisphaera hydra* Duxbury, *Trichodinium intermedium* Eisenack y Cookson y *Xiphophoridium alatum* (Cookson y Eisenack) Sarjeant (Fig. 1), pero la mayor parte de los mismos se deben, probablemente, al azar, dadas sus escasas abundancias en estos niveles superiores de la sección de Ganuza ('GZ').

Faltan en nuestra localidad otras especies características, referidas por Foucher (in Robaszynski *et al.*, 1982) o por FitzPatrick (1995; Palinozona I), en particular, las especies *Chatangiella victoriensis* (Cookson y Manum) Lentin y Williams, *Endoscrinium campanula*, *Florentinia buspina* (Davey y Verdier) Duxbury, *F. ferox*, *F. torulosa* (Davey y Verdier) Lentin y Williams, *Heterosphaeridium difficile* (Manum y

Cookson) Ioannides y *Senoniasphaera protrusa* Clarke y Verdier, lo que impide valorar mejor la correlación de nuestros materiales con las asociaciones de dinoflagelados. Pero ello no quita valor al primer registro de *S. rotundata*, dentro de la Zona de *Mammmites nodosoides*, entre los primeros registros del nannofósil *Quadrum gartneri* y el foraminífero planctónico *Helvetoglobotruncana helvetica*, exactamente igual que en la Cuenca de París (Foucher, in Robaszynski *et al.*, 1982; sondeo de Civray).

Por ello, el concepto de la Zona de *S. rotundata* es coincidente, en lo que se refiere a su límite inferior, con el de su homónima usado por Foucher (in Robaszynski *et al.*, 1980, 1982) y también con la Palinozona I de FitzPatrick (1995). En Ganuza, además de la especie nominal, de presencia rara (Fig. 1), las asociaciones están caracterizadas por la abundancia de *E. phragmites*, *P. infusorioides* y *S. ramosus*, siendo las diferencias principales con la Zona de *L. siphoniphorum* la menor abundancia de *T. castanea* y la ausencia de varias especies como *E. spinosa*, *F. cooksoniae*, *L. siphoniphorum*, *P. cenomaniense*, *P. densispinum*, *P. spinosum* y *S. cf. eisenackii*, que se extinguieron al final del Cenomaniense.

CONCLUSIONES *

1- El Cenomaniense superior y el Turoniense inferior de la sección de Ganuza contienen una palinoflora diversificada, con un total de 139 especies y subespecies reconocidas, que la hacen una de las más ricas entre las estudiadas en Europa occidental.

2- Las asociaciones vienen dominadas por las especies *Exochosphaeridium phragmites*, *Spiniferites multibrevis*, *S. ramosus* y *Trichodinium castanea*. Dichas asociaciones son similares a las del sur de Inglaterra y a las del norte de Francia, salvo la ausencia en nuestras muestras de especies propias de aguas frías o la de *Florentinia ferox*.

3- Se han reconocido dos biozonas: Zona de *Litosphaeridium siphoniphorum* y Zona de *Senoniasphaera rotundata*, cuyo límite entre ambas viene marcado por el primer registro de la especie *Senoniasphaera rotundata*. Dicho límite está comprendido entre los primeros registros de *Quadrum gartneri* y de *Helvetoglobotruncana helvetica* en la sección de Ganuza (Zona de *Mammmites nodosoides*, Turoniense inferior), lo que permite inducir una posición estratigráfica muy similar a las registradas en localidades del sur de Inglaterra y del norte de Francia.

4- Los últimos registros de las especies *Achomosphaera sagena*, *Kleithrisphaeridium readei* y *Sentusidinium cf. eisenackii*, suprayacentes a los de *Epelidosphaeridia spinosa* y *Protoellipsodinium spinosum*, constituyen una buena aproximación para caracterizar el límite Cenomaniense-Turoniense en la sección "GZ" de Ganuza.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro de los proyectos PB95-0505-C02-01 y SAB94-0303 del MEC español,

mediante los que se financiaron la preparación de muestras y la estancia de la primera firmante (S.M.), respectivamente. Las sugerencias de las Dras. D. Pothe de Baldis y C. Quattrocchio han permitido mejorar la presentación del original.

BIBLIOGRAFÍA

- Berthou, P.-Y., Foucher, J.-C., Lecocq, B. et Moron, J.-M. 1980. Aperçu sur les Kystes de Dinoflagellés de l'Albien et du Cénomaniense du Bassin Occidental Portugais. *Cretaceous Research*, **1**, 125-141.
- Bujak, J.P. and Williams, G.L. 1978. Cretaceous palynostratigraphy of offshore southeastern Canada. *Bulletin, Geological Survey of Canada*, **297**, 1-19.
- Clarke, R.F.A. and Verdier, J.-P. 1967. An investigation of microplankton assemblages from the chalk of the Isle of Wight, England. *Verhandlinger der Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen, Afdeling Natuurkunde, Eerste Reeks*, **24**, 1-96.
- Cookson, I.C. and Hughes, N.F. 1964. Microplankton from the Cambridge Greensand (Mid-Cretaceous). *Palaeontology*, **7**(4), 37-59.
- Courtinat, B. 1993. The significance of palynofacies fluctuations in the Greenhorn Formation (Cenomanian-Turonian) of the Western Interior Basin, USA. *Marine Micropaleontology*, **21**, 249-257.
- Courtinat, B., Curmière, J.-P., Méon, H. et Schaaf, A. 1991. Les Associations de Kystes de Dinoflagellés du Cénomaniense-Turoniense de Vergons (Bassin Vocontien France). *Geobios*, **24**, 649-666.
- Davey, R.J. 1969. Non-calcareous microplankton from the Cenomanian of England, northern France and North America. Part I. *Bulletin British Museum (Natural History) Geology*, **17**, 103-180.
- Davey, R.J. 1970. Non-calcareous microplankton from the Cenomanian of England, northern France and North America. Part II. *Bulletin British Museum (Natural History) Geology*, **18**, 333-397.
- Davey, R.J. and Verdier, J.P. 1976. A review of certain non-tabulate Cretaceous Hystrichosphaerid dinocysts. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **22**, 307-335.
- Dodsworth, P. 1996. Stratigraphy, microfossils and depositional environments of the lowermost part of the Welton Chalk Formation (late Cenomanian to early Turonian, Cretaceous) in eastern England. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, **51**(1), 45-64.
- Duxbury, S. 1980. Barremian phytoplankton from Speeton, East Yorkshire. *Palaeontographica, Abt. B*, **173**, 107-146.
- FitzPatrick, M.E.J. 1995. Dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Turonian (Upper Cretaceous) of southern England. *Cretaceous Research*, **16**, 757-791.
- Helby, R., Morgan, R. and Patridge, A.D. 1987. A palynological zonation of the Australian Mesozoic. In: *Studies in Australian Mesozoic Palynology* (Ed. P.A. Jell). *Association of Australasian Palaeontologists, Memoir* **4**, 1-94.
- Herngreen, G.F.W. 1980. Dinoflagellates of the Cenomanian Arenero de Xixun section near Oviedo, Spain. *Revista*

- Española de Micropaleontología*, **12**(1), 23-26.
- Jarvis, I., Carson, G.A., Cooper, M.K.E., Hart, M.B., Leary, P.N., Tocher, B.A., Horne, D. and Rosenfeld, A. 1988. Microfossil assemblages and the Cenomanian-Turonian (Late Cretaceous) oceanic anoxic event. *Cretaceous Research*, **9**, 3-103.
- Lamolda, M.A. and Gorostidi, A. 1996. Calcareous nannofossils at the Cenomanian-Turonian Boundary Event in the Ganuza section, northern Spain. In: *Cretaceous Stratigraphy and Palaeoenvironments* (Ed. A. Sahni). *The Geological Society of India, Memoir* **37**, 251-265.
- Lamolda, M.A. and Mao, S. (en prensa). The Cenomanian-Turonian Boundary Event and dinocyst record at Ganuza (northern Spain). In: *Cretaceous Global Events and Correlation* (Eds. H. Okada, H. Leereveld, P. Chen and N.J. Mateer). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.
- Lamolda, M.A. and Peryt, D. 1995. Benthonic foraminiferal response to the Cenomanian-Turonian boundary event in the Ganuza section, Northern Spain. *Revista Española de Paleontología*, **Nº. extr. Homenaje al Dr. G. Colom**, 101-118.
- Lamolda, M.A., Gorostidi, A., Martínez, R., López, G. and Peryt, D. 1997. Fossil occurrences in the Upper Cenomanian-Lower Turonian at Ganuza, northern Spain: an approach to Cenomanian-Turonian boundary chronostratigraphy. *Cretaceous Research*, **18**, 331-353.
- Li, H. and Habib, D. 1996. Dinoflagellate stratigraphy and its response to sea level changes in Cenomanian-Turonian sections of the West Interior of the United States. *Palaios*, **11**, 15-30.
- Mao, S. y Lamolda, M. 1998. Quistes de dinoflagelados del Cenomaniense superior y Turoniense inferior de Ganuza, Navarra. I - Paleontología sistemática. *Revista Española de Paleontología*, **13**, 261-286.
- Robaszynski, F. et Amedro, F. (Coords.), Foucher, J.C., Gaspard, D., Magniez-Jannin, F., Manivit, H. et Sornay, J. 1980. Synthèse biostratigraphique de l'Aptien au Santonien du Boulonnais à partir de sept groupes paléontologiques (foraminifères, nannoplancton, dinoflagellés et macrofaunes). *Revue de Micropaléontologie*, **22**, 195-321.
- Robaszynski, F. (Coord.), Alcaidé, G., Amedro, F., Badillet, G., Damotte, R., Foucher, J.C., Jardiné, S., Legoux, O., Manivit, H., Monciardini, C. et Sornay, J. 1982. Le Turonien de la région-type: Saumurois et Touraine. Stratigraphie, biozonations, sédimentologie. *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf-Aquitane*, **6**(1), 119-225.
- Singh, C. 1983. Cenomanian microfloras of the Peace River area, northwestern Alberta. *Alberta Geological Survey, Bulletin*, **44**, 322 pp.
- Stover, L.E., Brinkhuis, H., Damassa, S.P., Verteuil, L. de, Helby, R., Monteil, E., Patridge, A.D., Powell, A.J., Riding, J.B., Smelror, M. and Williams, G.L. 1996. Mesozoic-Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes. In: *Palynology: Principles and Applications* (Eds. J. Jansonius and D.C. McGregor). American Association of Stratigraphic Palynologists (AASP), Foundation, 641-750.
- Tocher, B.A. and Jarvis, I. 1994. Dinoflagellate cyst distribution and stratigraphy of the Lower-Middle Cenomanian (Upper Cretaceous) at Fumichon, Normandy, northern France. *Revue de Micropaléontologie*, **37**, 223-232.
- Williams, G.L. and Bujak, J.P. 1985. Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates. In: *Plankton Stratigraphy* (Eds. H.M. Bolli, J.B. Saunderson, and K. Perch-Nielsen). Cambridge University Press, Cambridge, 847-964.
- Williams, G.L., Stover, L.E. and Kidson, E.J. 1993. Morphology and stratigraphic ranges of select Mesozoic-Cenozoic dinoflagellate taxa in the northern Hemisphere. *Geological Survey of Canada, Paper*, **92-10**, 137 pp.

Manuscrito recibido: 26 de diciembre, 1997

Manuscrito aceptado: 8 de diciembre, 1998

ADENDA: relación de especies que presentaban alguna errata en sus nombres, referidas en el Apéndice de Mao y Lamolda (1998)

Circulodinium brevispinosum (Pocock, 1962) Jansonius, 1986

Cleistosphaeridium ? multispinosum (Singh, 1964) Brideaux, 1971

Codoniella campanulata (Cookson y Eisenack, 1960) Downie y Sarjeant, 1965

Dapsilidinium simplex (White, 1842) Bujak, Downie, Sarjeant y Williams, 1980

Florentinia cooksoniae (Singh, 1971) Duxbury, 1980

Heslertonia striata (Cookson y Eisenack, 1960) Norvick in Norvick y Burger, 1976

Hystrichodinium pulchrum Deflandre, 1935