

*Contribución al estudio de carófitos fósiles
de la cuenca Terciaria de Loranca
(provincia de Cuenca, España)*

*Contribution to the study of fossil Charophyte
from the Tertiary basin of Loranca (Cuenca province, Spain)*

Juan José JULIA DE AGAR *

RESUMEN

Este trabajo es un resumen de un proyecto que ha consistido en el estudio del contenido en carófitos fósiles de ocho yacimientos pertenecientes a dos zonas diferentes de la cuenca de Loranca (provincia de Cuenca): la zona de Huete y la de El Hito. Los datos obtenidos han sido complementados con estudios de micromamíferos fósiles realizados sobre la misma cuenca y comparados con otros estudios sobre carófitos realizados en diversas cuencas europeas.

Entre los girogonitos encontrados hemos reconocido los siguientes taxones: *Chara microcera*, *Chara notata*, *Chara minutissima*, *Hornichara lagenalis*, *Lychnothamnus (Stephanochara) ungeri*, *Lychnothamnus (Rhabdochara) langeri*, *Lychnothamnus sp.*, *Nitellopsis (Tectochara) meriani*, *Sphaerochara nodosa*, *Sphaerochara grupo hirmeri* y *Sphaerochara sp.*

ABSTRACT

This article constitutes a summary of a larger project which studied the content of charophyte fossils from eight outcrops in two different areas of the Loranca basin (Cuenca Province): Huete area, and El Hito area. The obtained data have been complemented with other studies of micromammal fossils performed on the same basin, and have been compared with other studies on charophytes performed on several European basins.

* Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, UCM, Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

Among the gyrogonites found, we have acknowledged the following taxa: *Chara microcera*, *Chara notata*, *Chara minutissima*, *Hornichara lagenalis*, *Lychnothamnus (Stephanochara) ungeri*, *Lychnothamnus (Rhabdochara) langeri*, *Lychnothamnus sp.*, *Nitellopsis (Tectochara) meriani*, *Sphaerochara nodosa*, *Sphaerochara group hirmeri* and *Sphaerochara sp.*

Palabras clave: Carófitos, Oligoceno, Mioceno, Cuenca, España.

Key words: Charophytes, Oligocene, Miocene, Cuenca, Spain.

INTRODUCCION

La cuenca de Loranca es una gran depresión situada en el centro de la Península Ibérica en la provincia de Cuenca. Se encuentra delimitada por la Serranía de Cuenca al este y al oeste por la Sierra de Altomira, la cual la separa de la gran cuenca de Madrid (fig. 1).

Contiene una potente sucesión de sedimentos continentales que se acumularon durante el Terciario y en los que se pueden diferenciar cuatro unidades estratigráficas: unidad basal, unidad inferior, unidad superior y unidad terminal.

La unidad superior, a la que pertenecen los yacimientos estudiados, está compuesta por materiales que fueron aportados principalmente por dos abanicos aluviales de tipo húmedo; el abanico de Tórtola y el de Villalba de la Sierra. Su depósito tuvo lugar entre el Oligoceno superior y el Mioceno inferior. Los materiales que la componen son fundamentalmente arcillas, margas, yesos y calizas (DÍAZ MOLINA *et al.*, 1985, 1989; DAAMS *et al.*, en preparación).

Todas las muestras objeto de este estudio fueron recogidas en dos áreas concretas de la cuenca:

Area de El Hito: Zona situada al suroeste del sistema de Tórtola, al margen izquierdo del abanico. Sería un lugar caracterizado por grandes humedales como llanuras de inundación o lagos de mayor o menor tamaño; zonas de aguas tranquilas que permitieron a intervalos la precipitación de carbonato cálcico, formando a veces potentes unidades de calizas con intercalaciones de margas a las que pertenecen las muestras estudiadas.

Area de Huete: Esta área estuvo dominada esencialmente por un sistema de canales distribuidores del abanico de Tórtola. Fue una zona situada en el norte del sistema de Tórtola y limítrofe con el de Villalba de la Sierra. Entre los canales existieron encharcamientos temporales que dieron lugar a los sedimentos margosos en los que se recogieron las muestras.

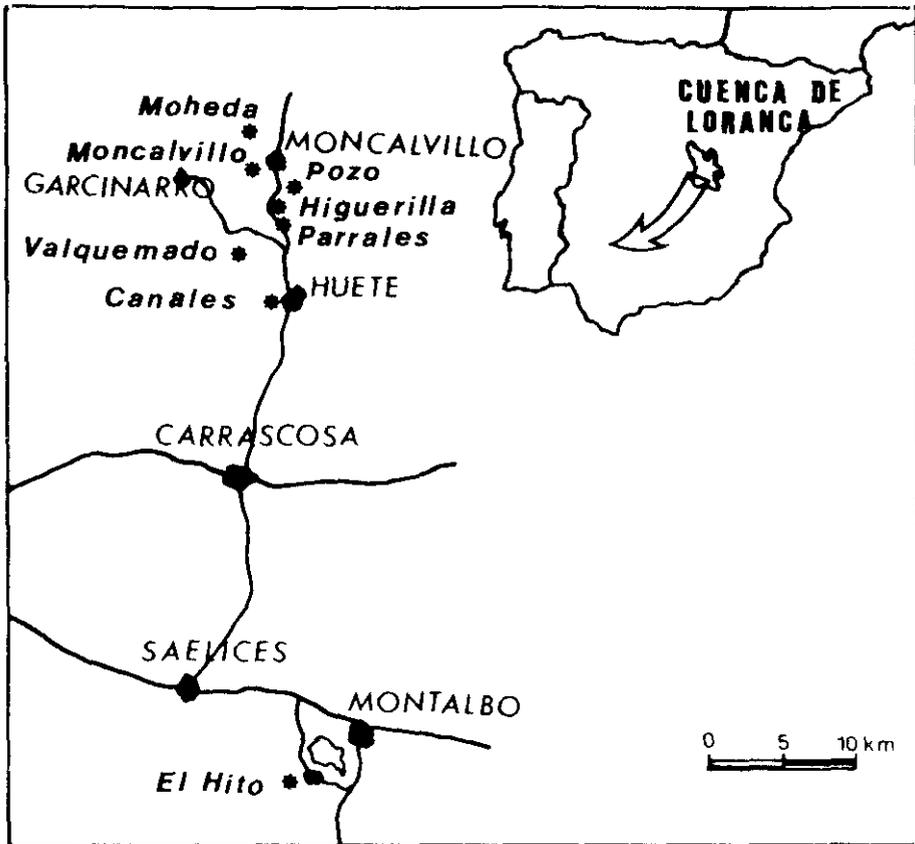


Figura 1.—Mapa de localización de la Cuenca de Loranca y de las distintas localidades estudiadas.

Figure 1. —Location of the Loranca Basin and the studied localities.

METODOLOGIA

La metodología utilizada para la realización de este trabajo puede ser resumida en los siguientes pasos:

La recolección de muestras ha de realizarse tras un estudio de los afloramientos que queremos analizar, tanto litológica como estratigráficamente. Las facies favorables donde se suelen encontrar restos de carófitos son fundamentalmente materiales con mayor o menor porcentaje en carbonatos: margas y calizas.

Todas las muestras fueron tomadas por doña E. Moreno y por el equipo de micromamiferistas, con el fin de analizar tanto su contenido en fósiles de micromamíferos como de carófitos y poder comparar los resultados.

Las muestras margosas obtenidas en el campo se someten a un tratamiento químico consistente en un baño de hidróxido sódico y agua oxigenada. Una vez transcurrido el tiempo de ataque, se lavan y tamizan las muestras en unas columnas compuestas por cuatro tamices de diferente tamaño. De esta forma obtenemos cuatro fracciones de «granos» sueltos y libres de arcilla. Cada una de las fracciones es sometida ahora a una meticolosa observación bajo una lupa binocular, y así vamos aislando los restos fósiles de carófitos que van apareciendo.

Los girogonitos que encontramos en cada yacimiento se agrupan por similitud morfológica y se guardan en diferentes celdillas. Se analizan varios girogonitos de cada uno de los grupos resultantes y se elaboran unas fichas que incluyen datos biométricos, forma de las diferentes partes del girogonito y dibujos realizados con la cámara clara del perfil, de la base y del ápice del fósil. También se realizan unas gráficas de las distintas medidas realizadas sobre cada uno de los taxones encontrados. Esto permite que los girogonitos sean identificados taxonómicamente a nivel de especie o subespecie de acuerdo con la bibliografía existente.

Por último, se confeccionan unas listas de yacimientos con las especies de carófitos que aparecen en cada uno de ellos. Se representa así la distribución estratigráfica del área o cuenca estudiada acompañándola con las distribuciones de otras áreas en las que se han citado esos mismos taxones.

CAROFITOS

Caracteres biológicos

Los carófitos comprenden un grupo de algas relativamente pequeño, muy relacionado con los clorófitos (junto con los que se les clasifica). Representan un porcentaje importante de biomasa en las comunidades vegetales acuáticas continentales como lagos, charcas, ríos, etcétera.

En la actualidad todos los representantes pertenecen a la Familia Characeae, pero existen otras familias ya extintas englobadas junto con las caráceas en un grupo al que se le ha dado diferentes categorías taxonómicas dependiendo de los autores. Lo más común es considerarlas como división independiente (MIGULA, 1890), pero se encuentran en algunos textos como Clase (SMITH, 1938) u Orden (FRITSCH, 1935) de la división Chlorophyta (PASCHER, 1914). Un trabajo reciente de SLUIMAN (1985) propone incluir a los carófitos dentro de la clase *Charophyceae sensu* Stewart y Mattox, en la que se incluirían, además del Orden Charales, otros muy relacionados con él, como Klebsormidiales, Coleochaetales y Zygnematales. Nosotros adoptamos esta sistemática por ser éste el último estudio que se ha realizado al respecto y además por basarse en unos caracteres que consideramos de gran valor filogenético.

La planta propiamente dicha consta de dos partes: una que se hunde en el sustrato a modo de rizoides, formada por filamentos ramificados y cuya misión, además de la de anclaje, es la de absorción de nutrientes (MOORE *et al.*, 1986); y una segunda porción aérea, en este caso acuática, que es la que vemos en el fondo de las aguas.

Algunas especies tienden a acumular carbonato cálcico en sus talos en gran cantidad, ofreciendo a la planta un aspecto duro y áspero; pero a pesar de ser ésta una característica de una pequeña minoría, suele darse como un carácter general. Esto se debe a que son las especies más comunes y extendidas las que presentan esta peculiaridad, como lo son *Chara vulgaris* y *Chara globularis* (WOOD e IMAHORI, 1964). Otra tendencia más general es la fijación de carbonato cálcico en la pared celular externa de las células que envuelven a la oospora (células esporostegiales), que hace que los gametangios femeninos, una vez fecundados y desprendidos del resto de la planta, puedan fosilizar con facilidad (convirtiéndose en girogonitos) y preservarse en el registro geológico. Existen, no obstante, representantes que no mineralizan el oogonio, como es el caso de los géneros *Nitella* y *Tolypella*, que pueden formar una pequeña capa externa de calcita que se interpreta como una impregnación más que como una auténtica mineralización (WOOD e IMAHORI, 1964).

Mineralización: Tras la fecundación de la oospora, el oosporangio suele sufrir una serie de cambios dirigidos hacia la protección de este órgano, que deberá permanecer en el fondo del medio acuático o en la superficie terrestre, si este se seca, hasta que la germinación se lleve a cabo. Para ello, la envuelta del recién formado cigoto se calcifica. Al trabajar con girogonitos, en realidad trabajamos con restos de esta envuelta calcificada, por lo que su origen y formación son para el paleontólogo de vital importancia.

DYCK (1970) realiza su tesis doctoral sobre las paredes celulares del oosporangio de algunas especies del género *Chara*. Hace una interpretación de las diferentes capas que se observan al microscopio electrónico en un corte transversal a la envuelta del oosporangio y propone un modelo que explica el proceso de calcificación que en ella tiene lugar (fig. 2).

La calcina es una capa gruesa de carbonato cálcico cuya parte más interna presenta a menudo una estructura formada por estrechas columnas que corren paralelas unas a otras. HORN AF RANTZIEN (1956) denomina a esta zona acanalada con el nombre de endocalcina, llamando entonces a la zona externa ectocalcina. Es esta capa la que presenta mayor interés para los paleontólogos, ya que es la que queda más o menos conservada en el registro fósil. Además de la estructura acanalada de la endocalcina, otro carácter importante a tener en cuenta es la ornamentación que a veces presenta la superficie externa.

La esporostina se encuentra justo por debajo de la calcina y se caracte-

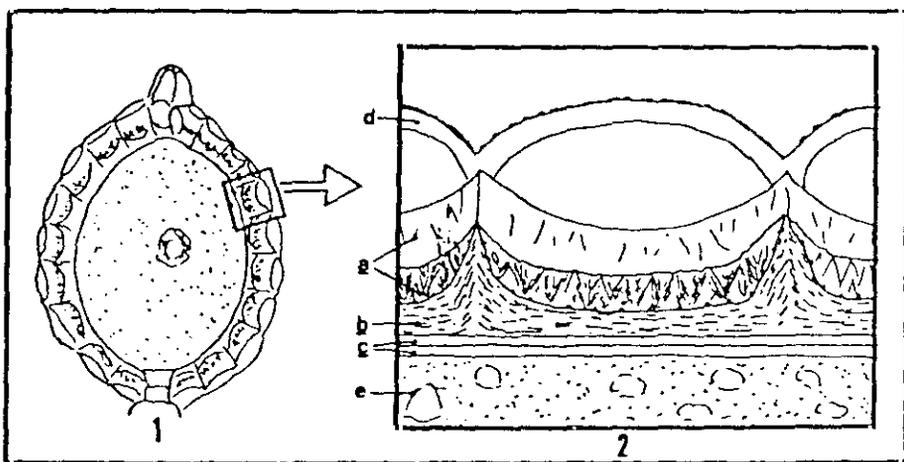


Figura 2.—1: Corte longitudinal de un oosporangio maduro. 2: Célula espiral transversalmente cortada: a) Calcina; b) Esporostina; c) Esporina; d) Pared abaxial de las células espirales; e) Citoplasma de la oospora.

Figure 2.—1: Longitudinal section of mature oosporangium. 2: Cross sectional view of the spiral cell: a) Calcine; b) Sporostine; c) Sporing; d) Abaxial wall of the spiral cells; e) Cytoplasm of the oospore.

riza por presentar una oscura pigmentación. Esta capa pigmentada también puede a veces diferenciarse en los fósiles (DYCK, 1970).

La esporina es la capa más interna, en la que también se diferencia una ectosporina y una endosporina. La primera está formada por la ovocélula antes de la fecundación y la segunda después de la fecundación (DYCK, 1970). La ectosporina, descrita por HORN AF RANTZIEN como una banda bien delimitada normalmente de un color rojo brillante, y la endosporina, incolora y situada inmediatamente por debajo de la primera. En casos excepcionales se encuentran restos de esta capa en el interior de los girogonitos (TAPPAN, 1980).

Caracteres taxonómicos

Los caracteres usados para la identificación de los distintos taxones del Orden Charales son diferentes cuando se trabaja con fósiles y cuando se trata de plantas actuales. La razón es bien sencilla: los fósiles, generalmente y salvo raras excepciones, tan sólo cuentan con el oosporangio fosilizado (girogonito), siendo, pues, necesario basar nuestras observaciones en la morfología del mismo.

Hoy día existe una gran preocupación con respecto a la taxonomía dirigida a la búsqueda de nuevos caracteres no susceptibles a variabilidad por

cambios ambientales, es decir, caracteres cuyo origen sea genético, que permitan delimitar los taxones sin error. Este problema es especialmente grave en los carófitos post-paleozoicos (donde podemos incluir a los actuales), cuya variabilidad intraespecífica resulta a veces sorprendente.

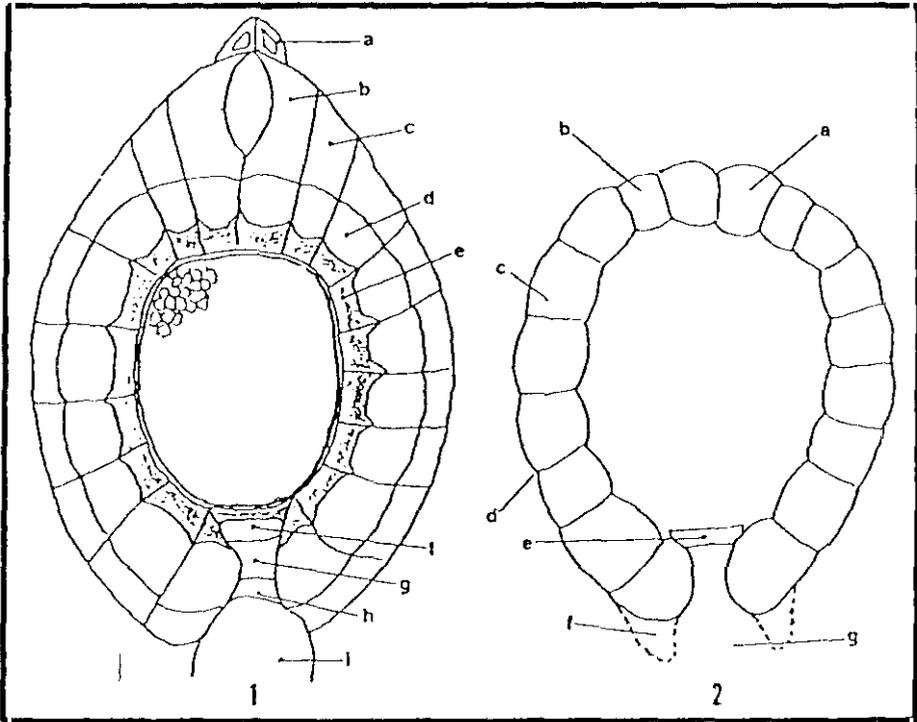


Figura 3.—Corte transversal de un oosporangio de *Nitellopsis obtusa* y del girogonito que resultaría de su fosilización. 1: Oosporangio: a) Coronula; b) Receptáculo apical; c) Célula espiral; d) Calcina; e) Esporostina; f) Esporina; g) Oospora; h) Célula hermana de la oospora; i) Célula nodal; j) Célula pedicelar. 2: Girogonito: a) Nódulo apical; b) Estrechamiento periapical; c) Espira; d) Sutura; e) Placa basal; f) Poro basal; g) Contorno basal. (Modificado de Soulie Märsche, 1989.)

Figure 3.—Transversal section of an oosporangium of *Nitellopsis obtusa* and the fossil gyrogonite. 1: Oosporangium: a) Coronula; b) Apical receptacle; c) Spiral cell; d) Calcine; e) Sporostine; f) Sporine; g) Oospore; h) Oospore sister-cell; i) Nodal cell; j) Pedicelar cell. 2: Gyrogonite: a) Apical nodule; b) Periapical narrowness; c) Spire; d) Suture; e) Basal plate; f) Basal pore; g) Basal outline. (Modified of Soulie-Märsche, 1989.)

Biometría: Tradicionalmente se ha considerado el tamaño de los girogonitos como un importante carácter taxonómico, en ocasiones decisivo para la determinación de un cierto taxón. Las medidas más comúnmente usadas

han sido la longitud, definida como la distancia entre el polo apical y el polo basal. La anchura, que es el mayor diámetro de los planos perpendiculares al eje longitudinal del girogonito. El tamaño de la espira, que es la distancia entre las dos suturas intercelulares adyacentes a una célula espiral a su paso por el ecuador del girogonito. Diámetro de la placa basal, que es la distancia entre un vértice de la placa pentagonal y el centro del lado opuesto. El espesor de la placa basal y el espesor del girogonito, que es el grosor de carbonato cálcico que compone las bandas espirales.

Estos caracteres biométricos deben ser utilizados con gran prudencia, debido a la gran variabilidad que presentan dentro de las poblaciones actuales e incluso dentro de un mismo individuo (PEDROLA *et al.*, 1986; SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1989).

La forma del girogonito es también considerada como un carácter taxonómico. Para poderlo cuantificar se recurre a unos parámetros que relacionan la longitud del girogonito con su anchura (HORN AF RANTZIEN, 1956).

La morfología del ápice constituye junto con la de la base un importantísimo carácter taxonómico para los carófitos fósiles. Las principales funciones biológicas del ápice son dos. En primer lugar, es por el polo apical donde se efectúa la entrada del gameto masculino al interior del esporofidio para que la fecundación de la ovocélula pueda llevarse a cabo (poro apical o suturas de fecundación). En segundo lugar, toda la estructura apical debe ser dehiscente en el momento de la germinación, para ello existe a menudo una zona pariapical, más débilmente calcificada, que facilita la rotura del oosporangio, dejando un hueco por donde sale y se desarrolla el protonema.

Los girogonitos pueden tener la base truncada, redondeada, estrechada, formando un estrecho cuello o ensanchada formando una especie de embudo invertido. En muchos casos, la forma de la base representa un importante carácter genérico a pesar de que varía dependiendo del grado de calcificación y, por consiguiente, debe ser tomado con precaución.

La placa basal procede de la mineralización de la célula hermana de la oosfera. Puede ser simple o compuesta. La forma, el grosor y el tamaño pueden ser buenos caracteres de diferenciación de los géneros. La forma de la placa es la misma que la de la célula hermana que la produjo, por lo que parece estar determinada genéticamente.

El grado de calcificación, es decir, la concavidad o convexidad de las bandas espirales, la mayor o menor calcificación de la zona apical e incluso el grosor de la banda carbonatada se han considerado en ocasiones como caracteres sistemáticos. Conociendo la gran variabilidad que estos caracteres presentan en las actuales, han de ser usados con mucho cuidado.

La ornamentación es muy frecuente en los carófitos fósiles y representa un importante carácter taxonómico a nivel específico. El grupo de *Chara microcera-notata*, por ejemplo, se caracteriza por su ornamentación nodu-

lar. El origen e interpretación de la ornamentación no está aún nada claro. En carófitos actuales se encuentran a veces oosporangios calcificados en los que una envuelta orgánica con incrustaciones calcáreas cubre las bandas espirales. Se trata de la pared abaxial de las células esporostegiales que ha sufrido encostración y no ha sido eliminada. Esta podría en ciertas condiciones permanecer, dando el aspecto de una ornamentación de origen estrictamente ambiental (PEDROLA, comunicación oral). No sabemos si existe una determinación genética en la ornamentación de los girogonitos fósiles. De no ser así, podría constituir un importante indicador paleoecológico, pero nunca un carácter taxonómico.

Aspectos paleontológicos

El primero en utilizar el nombre de «girogonito» fue LAMARCK en 1809. Encontró unos pequeños fósiles espiralados del Terciario que creyó en principio que se trataban de representantes del grupo de los foraminíferos, incluyéndolos más tarde junto con los moluscos. En 1812, LEMAN indicó que esas estructuras pertenecían a los gametangios femeninos de los carófitos, aunque esta procedencia vegetal no fue aceptada hasta 1822 (GRAMBAST, 1974; SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1987).

Durante mucho tiempo, los carófitos fueron considerados como un grupo de algas ancestrales (aparecen en el Silúrico) que habían permanecido invariables en el tiempo, sin que la evolución, al parecer, hubiese actuado sobre ellos. Fue LUIS GRAMBAST en la segunda mitad de este siglo quien se dio cuenta de la importancia de los carófitos como marcadores bioestratigráficos y como inmejorable objeto de estudios filogenéticos. Los caracteres morfológicos usados para la delimitación de los distintos géneros y especies fueron precisándose cada vez más, y los carófitos pasan a considerarse como un grupo con grandes cambios evolutivos, con muchas tipogénesis (apariciones de taxones nuevos) y tipolisis (extinciones de taxones) que hicieron que cada periodo se viera caracterizado por un grupo determinado de taxones (SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1989).

Es en el Cenozoico cuando la Familia *Characeae* encuentra su tipostasis, es decir, su mejor momento en cuanto a número de géneros y especies coexistiendo. En el Eoceno y Oligoceno se conocen alrededor de dieciocho géneros, que se reducen a diez en el Mioceno y tan sólo a seis en la actualidad.

La taxonomía existente de carófitos fósiles, los cuales se conocen desde el Paleozoico, se encuentra actualmente en revisión, ya que los datos aportados por SOULIÉ-MÄRSCHÉ (1989) o PEDROLA *et al.* (1990), entre otros, podrían facilitar la elaboración de una sistemática coherente que englobe tanto los géneros actuales como los fósiles.

TAXONOMIA

DIVISION Chlorophyta PASCHER, 1914.
 CLASE Charophyceae SMITH, 1938.
 ORDEN Charales LINDLEY, 1836.
 FAMILIA Characeae RICHARD, 1815.

Género *Chara* VAILLANT, 1719.

Sinonimia: Ver HORN AF RANTZIEN, 1959, p. 245;
 FEIST y GRAMBAST-FESSARD, 1982, p. 15

Chara microcera GRAMBAST y PAUL, 1965.

Lámina I, figura 2.

Sinonimia: Ver SCHWARZ, 1985, p. 25.

Descripción: Girogonitos de forma ovoide a elipsoide. Apice redondeado, con un ensanchamiento de las bandas espirales propio de este género. No presenta depresión periapical, aunque si una decalcificación más o menos acentuada. La base, también redondeada, a veces algo truncada. Las células espirales suelen ser cóncavas, aunque varía el grado de concavidad, observándose lateralmente de ocho a once bandas. Estas bandas poseen una ornamentación compuesta de pequeños nódulos que a veces y en algunas zonas forman una doble fila por banda.

Dimensiones: La longitud varía entre 600 y 700 μ (\bar{L} = 642 μ), y la anchura, entre 475 y 550 μ (\bar{W} = 510 μ). La anchura de las espiras en el ecuador es de unas 70 μ .

Distribución: Sur de Francia, Cuenca de París y Norte de Europa: Zona de Fontainebleau y Zona de Paulhiac (CASTEL, 1968; GRAMBAST *et al.*, 1972; FEIST y RINGEADE, 1977). Cuenca de Mainz: Zona de Marseille-St. André (parte inferior) y parte superior de la Zona de Paulhiac (SCHWARZ, 1985). Cuenca Helvética (Molasa Suiza): Chatiense superior (Küttigen, Coderet) (BERGER, 1983). Cuenca de Loranca: Oligoceno superior (Zona W).

Yacimientos: El Hito₂ e Higuierilla.

Chara notata GRAMBAST y PAUL, 1965.

Lámina I, figura 1a-1b.

Sinonimia: Ver BERGER, 1983, p. 12.

Descripción: Girogonitos de forma variable, predominando la forma ovoide alargada y elipsoidal. El ápice se encuentra en general débilmente calcificado, estando las células espirales ensanchadas en esta zona. A veces presentan cinco nódulos apicales mayores que el resto de la ornamentación.

La base es redondeada, mostrando a menudo una placa basal pentagonal de unas 30μ de diámetro y con forma de tronco de pirámide de una altura aproximada de 40μ . La ornamentación es nodular, a veces equinada, con una distribución de esos nódulos en una fila a lo largo de las espiras. Posee ocho o nueve espiras visibles en vista lateral.

Dimensiones: La longitud varía entre 400 y 540μ ($\bar{L} = 450\mu$). La anchura, entre 270 y 430μ ($\bar{W} = 343\mu$), y la anchura de las espiras es de unas 40μ .

Distribución: Sur de Francia, Cuenca de París y Norte de Europa: Zona de Paulhiac (CASTEL, 1968; GRAMBAST, 1972) y St. André (FEIST y RINGEADÉ, 1977). Cuenca de Mainz: Zona de Marseille-St. André, Zona de Paulhiac (SCHWARZ, 1985) y Zona de Fontainebleau y St. Vicent de Barbeyragues (SCHWARZ, 1988). Cuenca Helvética (Molasa Suiza): Aquitaniense superior (BERGER, 1983) y del Oligoceno superior al Aquitaniense inferior (Zonas de *Ch. notata* y *R. nitida*) (BERGER, 1986). Cuenca de Loranca: Oligoceno superior y tránsito Oligoceno / Mioceno (zonas V, W, X e Y₁).

Yacimientos: Canales, El Hito₁, El Hito₂, Higuerrilla, Parrales, Moncalvillo, Moheda, Pozo, Valquemado.

En Parrales-1A, Parrales-1B, Valquemado y en El Hito₂-38 encontramos girogonitos que debido principalmente a su escaso número, no nos es posible una determinación precisa, pudiendo pertenecer tanto a *Chara notata* como a *Chara microcera*. Este material ha sido incluido en un grupo que engloba a ambas especies como *Chara* grupo *microcera-notata* (BERGER, 1986).

Chara minutissima (MÄDLER, 1955) SCHWARZ, 1984.

Lámina I, figura 3.

Sinonimia: Ver SCHWARZ, 1985, p. 19.

Descripción: Girogonitos de tamaño muy reducido, de forma subglobular a elíptica. El ápice, redondeado a veces, acabado en punta, en el que las células espirales se ensanchan en su tramo final sin que se formen nódulos apicales. La base, también redondeada, muestra en su cara externa una pequeña placa basal. Esta placa basal tiene forma de tronco de pirámide, cuya cara interna es mayor y redondeada. Las bandas espiraladas muestran una superficie cóncava, sin ornamentación, observándose de ocho a nueve vueltas de espira en vista lateral.

Dimensiones: La longitud varía entre 275 y 350μ ($\bar{L} = 297$), mientras que la anchura lo hace entre 225 y 250μ ($\bar{W} = 227$). La distancia entre suturas en el ecuador es aproximadamente de 40μ .

Distribución: Cuenca de Mainz: Zona de Fontainebleau y St. Vicent de Barbeyragues; Zona de Marseille y St. André (SCHWARZ, 1988). Cuenca Helvética (Molasa Suiza): Aquitaniense medio (BERGER, 1986) y Oligoceno superior al Aquitaniense inferior (zona de *Ch. microcera* a *R. nitida*) (BERGER, 1986). Cuenca de Loranca: Tránsito Oligoceno / Mioceno (zona Y₁).

Yacimientos: Tan sólo aparece en Pozo.

Género *Hornichara* MASLOV, 1963.

= *Krasavinella* FEIST-CASTEL, 1977.

Hornichara lagenalis (STRAUB) FEIST-CASTEL, 1977,

Lámina I, figura 4.

Sinonimia: Ver FEIST y GRAMBAST-FESSARD, 1982, p. 16; BERGER, 1983, p. 9.

Descripción: Girogonitos de forma ovoidal o subovoidal de ápice redondeado, a veces acabado en punta. Región periapical caracterizada por una fuerte reducción en espesor (no en anchura), que vuelve a recuperarse e incluso a acentuarse en el extremo apical. Región basal terminada en una columna corta (20-30 μ), muy notoria, que delimita una cavidad infundibuliforme. Al fondo de esta cavidad se encuentra una delgada placa basal, no observable desde el exterior. El número de espiras visibles lateralmente varía entre seis y ocho, de relieve plano-convexo y presentan a veces una sutura media longitudinal.

Dimensiones: La longitud varía entre 400 y 480 μ (\bar{L} = 445 μ). La anchura, entre 310 y 400 μ (\bar{W} = 360 μ). Las espiras en la región ecuatorial son bastante anchas (60 μ).

Distribución: Sur de Alemania: Tortoniense (MÄDLER, 1955). Sur de Francia (Aquitania): Zonas de St. André y Paulhiac (FEIST y RINGEADE, 1977). Cuenca Helvética (Molasa Suiza): Oligoceno superior (FEIST-CASTEL, 1977), Chatiense superior (Küttigen) (BERGER, 1983) y zona de *St. ungeri* (BERGER, 1986). Cuenca de Loranca: Oligoceno superior (Zona W).

Yacimientos: Esta especie aparece únicamente en Prrales.

Género *Lychnothamnus* MASLOV, 1966.

Sinonimia: Ver SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1989, p. 158.

Subgénero *Rhabdochara* (MÄDLER, 1955);
SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1989.

Lychnothamnus (Rhabdochara) langeri (ETTINGSHAUSSEN)
(MÄDLER, 1955) SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1989.

Lámina II, figura 2.

Sinonimia: Ver SCHWARZ, 1985, p. 40.

Descripción: Girogonitos de forma oval con la base redondeada, algo truncada. La placa basal no es visible desde el exterior, al encontrarse en el fondo de una cavidad basal infundibuliforme. Presenta 10 bandas espirales vistas lateralmente con una ornamentación compuesta por barras transversales. Las suturas entre bandas adyacentes queda en relieve a la misma altura que la ornamentación, dando la impresión de estar todo el girogonito envuelto por una gruesa malla.

Distribución: Sur de Francia, Cuenca de Paris y Norte de Europa: Zona de Paulhiac (CASTEL, 1968; GRAMBAST, 1972; FEIST y RINGEADE, 1977). Cuenca de Mainz: Zona de Marseille-St. André (SCHWARZ, 1985) y Zona de Fontainebleau-St. Vicent de Barbeyragues (SCHWARZ, 1988). Cuenca Helvética (Molasa Suiza): Chatiense superior (Küttigen) al Aquitaniense inferior (BERGER, 1983). Cuenca de Loranca: Oligoceno Superior (Zona V).

Yacimientos: Canales.

Subgénero *Stephanochara* (GRAMBAST, 1959),
SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1989.

Lychnothamnus (Stephanochara) ungeri (FEIST-CASTEL, 1977),
SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1989.

Lámina II, figura 1.

Sinonimia: Ver SCHWARZ, 1985, p. 35.

Descripción: Girogonitos de forma ovoide-elíptica, con el ápice aplinado sobresaliente en el centro. Periapicalmente, las bandas espirales se reducen en espesor, pero no en anchura, formando así una línea de dehiscencia muy marcada que rodea a la roseta apical, formada por cinco grandes lóbulos. Región basal truncada, en cuyo centro es visible una placa basal pentagonal, esta placa tiene una forma piramidal muy característica del género, con una base interna mucho más pequeña que la externa y en la que se observa en el centro un hueco. Las bandas poseen un relieve plano-convexo y se observan lateralmente de ocho a diez bandas.

Dimensiones: Longitud: 675-900 μ . Anchura: 525-675 μ . La anchura de las bandas es de 100-110 μ .

Distribución: Provenza: Zona de Marseille-St. André y Zona de Paulhiac (FEIST-CASTEL, 1977). Cuenca de Mainz: Zona de Marseille-St. André y Zona de Paulhiac (SCHWARZ, 1985, 1988). Cuenca Helvética (Molasa Suiza): Chatiense superior (Küttigen) al Aquitaniense superior

bajo (BERGER, 1983). Oligoceno superior y Mioceno inferior (zonas de *St. ungeri* a *R. nitida*) (BERGER, 1986). Cuenca de Loranca: Oligoceno superior y tránsito Oligoceno / Mioceno (Zonas W y X).

Yacimientos: Higuerilla, Parrales y Moncalvillo.

Lychnothamnus sp.

Descripción: Girogonitos de forma ovoidal en los que falta la zona apical al haberse desprendido la roseta. Las espiras, con un relieve plano o convexo. La base está algo adelgazada y truncada. La placa basal, visible desde el exterior, bastante grande.

Distribución: Cuenca de Loranca: Oligoceno superior y tránsito Oligoceno / Mioceno (Zonas W e Y₁).

Yacimientos: El Hito₁, Higuerilla y Moheda.

Género *Nitellopsis* HY, 1989.

Subgénero *Tectochara* (GRAMBAST y GRAMBAST, 1954),
GRAMBAST y SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1972.

Nitellopsis (Tectochara) meriani (BRAUN ex UNGER, 1850),
GRAMBAST y SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1972.

Lámina II, figura 3.

Sinonimia: Ver GRAMBAST y SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1972, p. 11;
SCHWARZ, 1985, p. 45.

Descripción: Girogonitos de forma subglobulosa a oval. Región periapical deprimida, debido a un estrechamiento y adelgazamiento de las bandas espirales. En el centro del ápice se forma una roseta apical grande y prominente. Las bandas espirales poseen generalmente un relieve convexo, aunque cuando la calcificación es escasa, el relieve es cóncavo. En vista lateral pueden observarse de ocho a nueve bandas. La zona basal es redondeada o un poco truncada. La placa basal, que es muy delgada, no es visible desde el exterior al encontrarse en el fondo de un «hueco» o poro infundibuliforme. Dependiendo de la calcificación, el borde de este poro puede presentar una forma estrellada o pentagonal.

Dimensiones: La longitud varía entre 925 y 1.185 μ (\bar{L} = 1.075). La anchura, entre 850 y 975 μ (\bar{W} = 920). La anchura de las bandas en el ecuador es de unas 150 μ .

Distribución: Sur de Francia y Cuenca de París: Oligoceno-Plioceno (GRAMBAST y PAUL, 1965; CASTEL, 1967; FEIST-CASTEL, 1971; GRAMBAST, 1972; FEIST y RINGEADE, 1977). Cuenca de Mainz: Zona de Fontainebleau y St. Vicent de Barbeyragues, Zona de Marseille-St. André y Zona de Paulhiac (SCHWARZ, 1985, 1988). Cuenca Helvética

(Molasa Suiza): Chatiense superior (Küttigen) al Burdigaliense (BERGER, 1983). Oligoceno superior al Mioceno superior: Zonas de *Ch. microcera* a *R. nitida* (BERGER, 1986). Cuenca de Loranca: Oligoceno superior (Zonas V y W).

Yacimientos: Canales y El Hito₂.

Género *Sphaerochara* MÄDLER, 1952.

Sinonimia: Ver SCHWARZ, 1985, p. 19.

Sphaerochara nodosa MÄDLER, 1979.

Lámina II, figura 4.

Sinonimia: Ver SCHWARZ, 1985, p. 43.

Descripción: Girogonitos de forma esférica o subglobulosa, casi siempre un poco más largos que anchos. Las células espirales poseen una ornamentación compuesta por unas bandas semicilíndricas que se disponen a lo largo de cada una de las cinco células desde la base hasta la zona periapical, donde desaparecen completamente, dejando en el centro del ápice una pequeña roseta formada por los extremos apicales de las células espirales que sobresalen un poco y acaban en punta. La superficie de las bandas de ornamentación forman como tubérculos alargados longitudinalmente, ofreciendo un aspecto tuberoso o noduloso. En el centro de la base se encuentra la placa basal, rodeada por las cinco bandas que en un principio no poseen ornamentación y por ello son cóncavas, ofreciendo un aspecto estrellado. Pronto esa concavidad deja de apreciarse por las bandas de ornamentación que surgen casi de la misma base formando a veces una «corona» nodular. La placa basal posee una forma prismática, de unas 60 μ de diámetro y 70 μ de altura, con aristas algo curvadas hacia adentro.

Dimensiones: La longitud oscila entre 550 y 700 μ (\bar{L} = 620 μ). La anchura lo hace entre 520 y 560 μ (\bar{W} = 585 μ). La anchura de la espira a nivel ecuatorial es de unas 60 a 70 μ .

Distribución: Cuenca de Mainz: Zona de Marseille-St. André (parte superior) (SCHWARZ, 1985). Cuenca de Loranca: Oligoceno superior (Zona W).

Yacimientos: Estos girogonitos aparecen en todos los niveles de Higuerrilla y en Parrales.

Sphaerochara grupo *hirmeri* (GROVES)

HORN AF RANTZIEN, 1959.

Lámina II, figura 5a-5b.

Descripción: Girogonitos de forma esférica a subglobulosa que presentan a menudo una ornamentación compuesta por nódulos redondeados o alargados y compactados, que forman una banda longitudinal dispuesta so-

bre las células espirales, y de la misma anchura que éstas, dándoles un relieve plano o más a menudo convexo. Esta ornamentación desaparece justo en la zona periapical y vuelve a aparecer en la zona central del ápice, en donde se forma una prominente «roseta». La base es redondeada y la placa basal es grande y visible desde el exterior. La forma de la placa es prismática, en la que la base interna tiene una forma redondeada, mientras que la externa es pentagonal.

Dimensiones: La longitud varía entre 400 y 550 μ , y la anchura, entre 350 y 500 μ . La anchura de la espira es de 60-70 μ .

Distribución: Sur de Francia y Cuenca de París: Oligoceno medio y superior (GRAMBAST y PAUL, 1965; CASTEL, 1967; FEIST-CASTEL, 1971). Zona de Marseille-St. André y Zona de Paulhiac (GRAMBAST, 1972). Cuenca Helvética (Molasa Suiza): Oligoceno inferior y Mioceno inferior (Zonas de *Ch. microcera* a *R. nitida* (BERGER, 1986). Cuenca de Loranca: Oligoceno superior y tránsito Oligoceno / Mioceno (Zonas V, W, e Y₁).

Yacimientos: Canales, Parrales y Moheda.

Sphaerochara sp.

Descripción: Girogonitos de forma ovalada (casi esférica) a anchamente elíptica. El relieve de las bandas espirales es plano o un poco convexo, encontrando algunos individuos que poseen una débil ornamentación tuberculada. En la zona periapical existe una disminución en el grosor de la capa de carbonato cálcico, que vuelve a recuperarse en el ápice donde se forma una «roseta» compuesta por cinco lóbulos bien desarrollados. La base tiene una forma redondeada y se observa en el centro una placa grande y visible.

Dimensiones: La longitud es de 360 a 430 μ (\bar{L} = 400), y la anchura, de 320 a 430 μ (\bar{W} = 360).

Distribución: Cuenca de Loranca: Oligoceno superior (Zona W).

Yacimientos: El Hito₂ y Parrales.

BIOESTRATIGRAFIA Y CONCLUSIONES

Las diferentes localidades estudiadas poseen una base estratigráfica que permite correlacionar los diferentes yacimientos (DÍAZ-MOLINA *et al.*, 1985, 1989; DAAMS *et al.*, en preparación). Además han sido analizadas de acuerdo a su contenido en fósiles de micromamíferos, lo cual ha proporcionado una biozonación local (DAAMS *et al.*, 1984; ALVAREZ *et al.*,

1987) que nos permite datar cada una de las localidades (exceptuando el Hito). Así, Canales se sitúa en la Zona V, en el Oligoceno superior. Higuerrilla y Parrales, en la Zona W del Oligoceno terminal. Moncalvillo, Pozo, Moheda y Valquemado pertenecen a las Zonas X e Y de un periodo considerado como tránsito entre el Oligoceno y Mioceno (ALVAREZ *et al.*, 1987) (fig. 4).

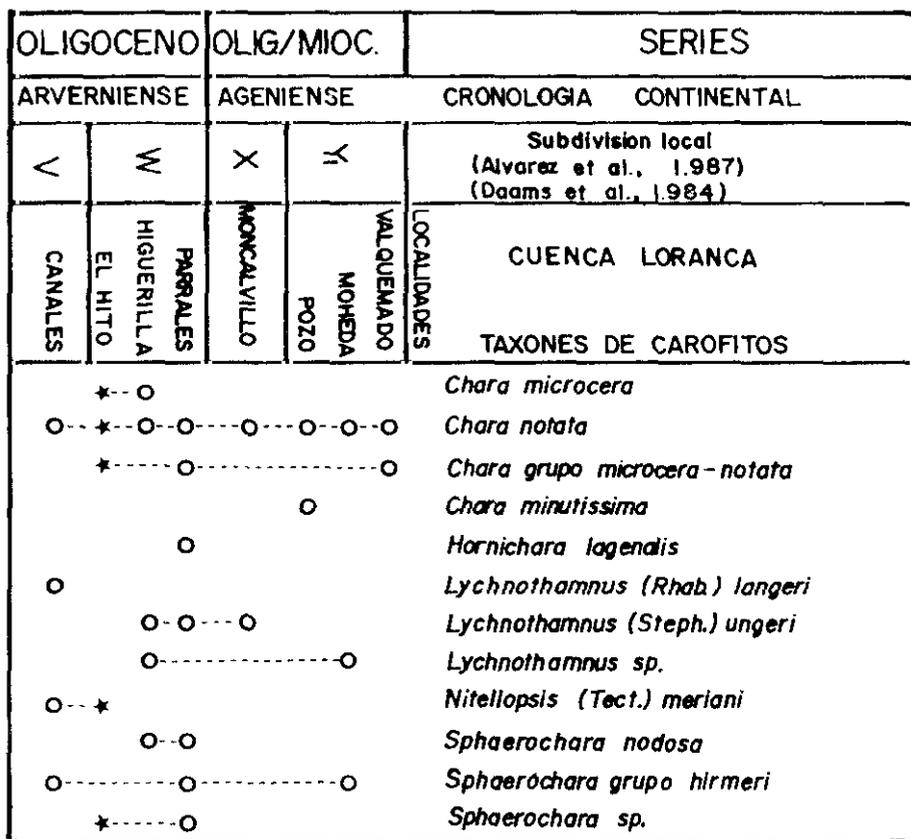


Figura 4.—Situación de las localidades estudiadas con respecto a la biozonación local de Daams et al. (1984) y Alvarez et al. (1987), y distribución de los distintos taxones de Carófitos encontrados en dichos yacimientos.

Figure 4.—Relationships of the studied localities to the local biozonation of Daams et al. (1984) and Alvarez et al. (1987), and stratigraphical distribution of the Charophyta taxa of the Loranca Basin.

La posición estratigráfica de El Hito respecto a la de las demás localidades ha sido determinada considerando los taxones de carófitos que hemos reconocido en esta zona de la cuenca. Vemos, por un lado, que presenta si-

militudes con Canales, con el que comparte *N. (T.) meriani* y *L. (R.) lan-geri*. Por otro lado, se relaciona con Pinales al poseer taxones como *Ch. notata*, *Ch. grupo microcera-notata* y *Sph. sp.* y también con Higuera comparte *Ch. microcera*. Por ello hemos colocado este yacimiento de El Hito entre La Higuera y Canales, en la base de la Zona W (fig. 4).

Para poder comparar la distribución que los distintos taxones tienen en la cuenca de Loranca con la que presentan en otras zonas europeas, ha sido necesario correlacionar las distintas zonaciones a que los autores hacen referencia. Los niveles de micromamíferos suizos han sido correlacionados con los de la cuenca de Loranca (DAAMS, com. oral, 1989). También lo han sido los niveles de referencia más usados por los especialistas franceses—niveles de mamíferos y zonación de carófitos de RIVELINE (1983)—con los suizos (BERGER, 1986; ENGESER y MAYO, 1987).

Todos los taxones de carófitos encontrados en la Cuenca de Loranca aparecen dentro de los intervalos cronológicos esperados al considerar las distribuciones realizadas para los mismos taxones en el resto de Europa.

Hemos de destacar la similitud que existe en la distribución estratigráfica de estos taxones con las especies comunes en la Cuenca de Mainz. En concreto, *Sphaerochara nodosa* presenta una misma distribución temporal en ambas cuencas; *Chara minutissima* se encuentra en la zona Y₁, que resulta algo desplazada hacia el techo de la distribución de esta especie, aunque en la Molasa suiza llega hasta el Mioceno inferior.

Para diferenciar a los taxones encontrados en la Cuenca de Loranca hemos utilizado principalmente el tamaño, la forma y la ornamentación de los girogonitos. Todos estos caracteres pueden estar determinados en mayor o menor medida por el ambiente y es necesaria la aplicación de otros, determinados genéticamente, para evitar en lo posible conclusiones erróneas. La microestructura de la calcina (DYCK, 1970; PEDROLA *et al.*, 1990) es uno de estos caracteres útiles en paleontología.

Los subgéneros *Stephanochara* y *Rhabdochara* han sido hasta hace muy poco considerados como géneros diferentes de *Lychnothamnus*. Nosotros hemos aceptado la opinión de SOULIÉ-MÄRSCHÉ (1989), que los considera como subgéneros, al mostrar que *Lychnothamnus barbatus* (la única especie actual de este género) presenta formas similares a morfogéneros fósiles como *Rhabdochara* (formas ornamentadas) y *Stephanochara* (formas inmaduras) entre la variable morfología de sus oosporangios.

La aparición de *Hornichara lagenalis* la consideramos interesante, ya que hasta ahora su distribución espacial se creía reducida a ciertas áreas centroeuropeas.

Queremos destacar que los diferentes taxones encontrados en Loranca son primeras citas para esta cuenca y algunos posiblemente también para España, de la que no conocemos que se haya realizado ningún trabajo sobre carófitos de este intervalo de tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Han sido muchas las personas que han contribuido para que este trabajo se haya podido llevar a cabo. A todas ellas deseo darles mis más sinceras gracias. Quiero destacar aquí la colaboración de Elena Moreno, mi directora. También a M.^a Eugenia Ron, Antonio Perejón, Margarita Díaz Molina, Remert Daams, M.^a Angeles Alvarez, Sergio Rodríguez, Concha Herrero, Eulogio Martín, Carlos Barba, Juan Luis Baldonado, Jurgen Schwarz, Lawrence Dyck, Juan Pedrola, Miguel Jerez. Santos Cirujano, Guillermo Jurado y Ana M.^a Rodríguez.

Recibido el 15 de noviembre de 1990.

Aceptado el 6 de mayo de 1991.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ SIERRA, M. A.; DAAMS, R.; LACOMBA, J. I.; LOPEZ MARTINEZ, N., y SACRISTAN MARTINEZ, M. A. (1987): «Succession in the Upper Oligocene and Miocene of North Central Spain». *Münchner Geowiss. Abh.*, **10** (A): 43-48.
- BERGER, J. P. (1983): «Charophytes de l' "Aquitanién" de Suisse occidentale. Essai de taxonomie et biostratigraphie». *Geobios*, **16** (1): 5-37.
- (1986): «Biozonation préliminaire des charophytes oligocènes de Suisse occidentale». *Eclogae geol. Helv.*, **79** (3): 897-912.
- CASTEL, M. (1967): «Charophytes de l'Oligocène supérieur de Marseille». *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **7** (9): 514-519.
- (1968): «Zones de Charophytes pour l'Oligocène occidentale». *C. R. Séanc. Soc. Géol. Fr.*, **4**: 121-122.
- DAAMS, R., y DIAZ MOLINA, M. (en preparación): *Bioestratigrafía y Evolución de los sistemas deposicionales durante el Oligoceno superior y Mioceno inferior de la Cuenca de Loranca*.
- DAAMS, R., y VAN DER MEULEN, A. J. (1984): «Paleoenvironmental and Paleoclimatic Interpretation of Micromammal Fauna Successions in the Upper Oligocene and Miocene of North Central Spain». *Paleobio. Contin.*, **13** (2): 241-257.
- DIAZ MOLINA, M.; ARRIBAS, J., y BUSTILLO, A. (1989): «The Tórtola and Villalba de la Sierra Fans: Late Oligocene-Early Miocene, Loranca Basin, Central Spain». *IV International Fluvial Conference*. Excursion Guidebook, pp. 1-74, Barcelona-Sitges.
- DIAZ MOLINA, M., y BUSTILLO, A. (1985): «Wet fluvial fans of the Loranca Basin (Central Spain). Channel Models and Distal Bioturbated gypsum with chert». *6th European Regional Meeting of Sedimentology*. Excursion Guidebook, pp. 147-185. Lérida.
- DYCK, L. A. (1970): «Morphological, Chemical, and Developmental Studies of *Chara* oosporangial Walls». *Ph. D.*, pp. 1-207. Missouri (inédita).
- ENGESSER, B., y MAYO, N. A. (1987): «A Biozonation of the Lower Fresh Water Molasse (Oligocene and Aagenian) of Switzerland and Savoy on the basin of Fossil Mammals». *Münchner Geowiss. Abh.*, **10** (A): 67-84.

- FEIST-CASTEL, M. (1971): «Sur les charophytes fossiles du Bassin Tertiaire d'Als». *Geobios*, **4** (3): 157-172.
- (1977): «Description du nouveau genre *Krassavinella* (Charophytes, Characeae) et répartition de *K. lagenalis* (Straub) dans l'Oligocène supérieur de la Molasse suisse». *Eclogae Geol. Helv.*, **70** (3): 771-775.
- FEIST, M., y GRAMBAST-FESSARD, N. (1982): «Clé de détermination pour le genres de charophytes». *Paléobiol. contin.*, **13** (2): 1-28.
- FEIST, M., y RINGEADE, M. (1977): «Étude biostratigraphique et paléobotanique (Charophytes) des formations continentales de l'Éocène supérieur au Miocène inférieur». *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **12** (2): 341-354.
- FRITSCH, F. E. (1935): *The Structure and Reproduction of the Algae*, vol 1. University Press, Cambridge, 469 pp.
- GRAMBAST, L. (1959): *Extensión Chronologique des genres chez les Charoïdeae*. Paris, 12 pp.
- (1972): «Principes de l'utilisation stratigraphique des Charophytes. Applications au Paléogène d'Europe occidentale». *Mém. BRGM.*, **77**: 319-328.
- (1974): «Phylogeny of the Charophyta». *Taxon*, **23** (4): 463-481.
- GRAMBAST, L., y PAUL, P. (1965): «Observations nouvelles sur la flore de Charophytes du Stampien du bassin de Paris». *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **7** (7): 239-247.
- GRAMBST, L., y SOULIÉ-MÄRSCHKE, I. (1972): «Sur L'Anciennete et la diversification des *Nitellopsis* (Charophytes)». *Palebiol. contin.*, **3** (3): 1-14.
- HORN AF RANTZIEN, H. (1956): «An annotated check list of genera of fossil Charophyta». *Micropaleontol.*, **2** (3): 243-256.
- (1959): «Comparative Studies of some modern Cenozoic and Mesozoic Charophyte fructifications». *Contr. Geol.*, **5** (1): 1-17.
- HY, F. (1889): «Sur les modes de ramification et de cortication dans la famille des Characées et les caracteres qu'ils peuvent fournir a la classification». *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **36**: 393-398.
- LINDLEY, J. (1936): *A Natural System of Botany*. London, 414 pp.
- MÄDLER, K. (1952): «Charophyten aus dem nord westdeutschen Kimmeridge». *Geol. Jb.*, **67** (9): 1-41.
- (1955): «Zur Taxionomie der tertiären Charophyten». *Geol. J. B.*, **70**: 265-328.
- MASLOV, V. P. (1956): «Certain Cenozoic Charophytes in the South of the USSR and the methods of their studies». *Acad. Sci. USSR.*, **143**: 10-92.
- MIGULA, V. (1890): «Characeem». *Ber Deutsch. Bot. Ges.*, **8**: 1-188.
- MOORE, J. A., y TEBBS, M. (1986): *Charophytes of Great Britain and Ireland*. Botan. Soc. British Isles, London, 144 pp.
- PEDROLA, J., y ACUÑA, J. D. (1986): «Algunos aspectos de la variabilidad de los oogonios en poblaciones actuales del género *Chara* (Charophyceae). Aplicación Paleontológica». *Estudios Geol.*, **42**: 341-348.
- (1990): «Observaciones sobre algunos caracteres de probable valor taxonómico en el grupo de las carófitas». *Coll. Bot.*, **18** (1): 21-43.

- RIVELINE, J. (1983): «Proposition d'une échelle zonale de Charophytes pour le Tertiaire (Danien à Burdigalien) de L'Europe occidentale». *C. R. Acad. Sci. Paris*, **296** (2): 1077-1080.
- SCHWARZ, J. (1985): «Revision der Charophyten-Flora der Süßwasserschichten und des Kalktertiärs im Maizer Becken (Ober-Oligozän Unter-Miozän)». *Mainzer Geowiss. Mitt.*, **14**: 7-98.
- (1988): «Revision der Charophyten-Floren des «Prä-Aquitaniens» (Unter-Bis Ober-Oligozän) im Mainzer Becken». *Paleontogr. Abt. B.*, **210**: 151-191.
- SLUIMAN, H. J. (1985): *Comparative Studies on the Ultrastructure, Phylogeny and Classification of Green Algae*. V. U. Uitgeverij, Amsterdam, 155 pp.
- SMITH, G. M. (1983): *Cryptogamic Botany. 1. Algae and Fungi*. McGraw-Hill, New York, 135 pp.
- SOULIÉ-MÄRSCHÉ, I. (1987): «Les Charophytes». In: J. C. Miskovsky. *Geologie de la Préhistoire: Méthodes, Techniques, Applications*, pp. 669-683. Greqpre, Paris.
- (1989): *Etude Comparée de Gyrogonites de Charophytes Actuelles et Fossiles et Phylogenie des Genres Actuels*, pp. 1-237. Montpellier.
- TAPPAN, H. (1980): *The Paleobiology of Plant Protists*, pp. 1-1028. San Francisco.
- WOOD, R. D., y IMAHORI, K. (1964, 1965): *A Revision of the Caharaceae*. Vol. 1, pp. 1-904. Vol. 2, 395 lám. New York.