

Investigaciones sobre micro y macroflora del Cretácico Superior de la comunidad de Madrid, España¹

Concepción ALVAREZ RAMIS²

Abstract. LATE CRETACEOUS MICRO AND MACROFLORA RESEARCHES FROM MADRID, SPAIN. An impressive number of Cretaceous fossil plants from Sierra de Guadarrama Formation including twigs, woods, leaves, pollen, spores, fruits and seeds as well as algae, fungi and other fossil remains studied and analysed previously in the Palaeobotanical and Palynological Laboratory during more than twenty years are displayed in this paper.

Key words. Palaeobotany. Palynology. Palaeoenvironment. Stratigraphy. Cretaceous. Spain.

Palabras clave. Paleobotánica. Palinología. Paleambiente. Estratigrafía. Cretácico. España.

Introducción

Se pretende presentar una síntesis de los conocimientos resultantes del estudio de la paleoflora hallada al norte de la Comunidad de Madrid, en el sector meridional de la Sierra de Guadarrama.

Los dieciocho yacimientos estudiados hasta el momento en esta Formación cretácica de Madrid se agrupan en tres núcleos emplazados al norte de la Provincia: Guadalix de la Sierra (al oeste) Torrelaguna (al este) y a pocos kilómetros de este pueblo se sitúa el tercer grupo de yacimientos, entre los pueblos de Patones de Arriba y Patones de Abajo, al margen izquierdo de un Barranco.

La Formación presenta una litología muy uniforme que puede resumirse, al margen de peculiaridades específicas de cada yacimiento, como una serie secuencial compuesta esencialmente de calizas, margas y calcarenitas entre las que se intercalan, en forma irregular, niveles carbonosos de escasa potencia. Estos materiales se repiten cíclicamente abarcando varios centenares de metros en la formación.

La macroflora cretácica de la provincia de Madrid fue objeto de estudios paleobotánicos a partir de 1975. Los datos obtenidos se dieron a conocer en París en 1978 y fueron publicados en Alvarez Ramis, 1980.

En posteriores investigaciones se incluyeron además estudios sobre microflora, paleohistología y

paleobioquímica que a su vez contemplaban distintas temáticas que iban desde el clásico estudio morfológico de restos macroscópicos al palinológico, incluyendo anatomía interna de algunas plantas y determinaciones paleobioquímicas de tejidos y querógenos.

También se estudiaron algas, hongos, frutos y otras estructuras de particular interés en el análisis de resultados.

Paleoflora

El estudio se comenzó por el establecimiento de secuencias litoestratigráficas locales. En algunos niveles de calizas muy compactas, se localizaron moldes y en margas más o menos arenosas, compresiones de hojas y ramas carbonizadas. En niveles de lignitos, de escasa potencia, hallamos una rica microflora que incluía numerosos fragmentos de plantas de gran interés por conservar restos cuticulares.

Los macrorrestos vegetales y palinomorfos procedentes de yacimientos del sector occidental son muy abundantes.

La mayoría de los macrorrestos hallados, corresponden a coníferas de los géneros *Frenelopsis*, *Araucaria*, y de la familia Taxodiaceae y entre las angiospermas sobresalen varios tipos de myricáceas. También entre los palinomorfos dominan en número los de las gimnospermas sobre todo los de *Frenelopsis* (*Classopollis*).

Algunas plantas conservan "in situ" restos de sus cutículas, y en ellas se realizaron estudios paleohistológicos y paleobioquímicos.

¹ Conferencia invitada al X Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología

² Dep/UEI de Paleontología. Facultad de Geología UCM/Instituto de Geología Económica (CSIC). 28040 Madrid, España.

En Torrelaguna y en los yacimientos occidentales hemos hallado tallos, ramas, hojas, cutículas, microconos, sacos polínicos y pólenes de la conífera *Frenelopsis oligostomata*. Se analizaron las características anatómicas, morfológicas y geobioquímicas de todos ellos. (Alvarez Ramis, 1981a; Almendros *et al.*, 1982).

Desde el punto de vista de los análisis geobioquímicos, los materiales más representativos se han recogido en margas grises y niveles lignitíferos (Almendros *et al.*, 1982). En los yacimientos de Torrelaguna y Guadalix se han analizado tres formas de materia orgánica: lignitos, margas carbonosas y restos de *Frenelopsis* (Alvarez Ramis y Almendros, 1995).

Ni el estudio histológico ni los análisis de la materia orgánica de los *Frenelopsis* estudiados muestran diferencias significativas entre si (Almendros *et al.*, 1998). En Patones no aparecen restos de esta planta.

El estudio de numerosas impresiones de ramas de coníferas de hoja microscópica halladas en un corte del Barranco de Patones (sector oriental), algunas de ellas con conos "in situ", nos permitió incluirlos en el género *Glypostrobis* (Alvarez Ramis *et al.*, 1992).

En el yacimiento de los Alcores, sector occidental, muy rico en macroflora y microflora, se han encontrado varios restos foliares de *Dalbergites* (Alvarez Ramis, 1985b) que hemos podido clasificar, mediante el estudio de sus epidermis y en menor grado por su identidad morfológica con el género *Dalbergia* actual.

En el sector occidental también se encontró un endocarpo fósil perteneciente al género *Acer*, en excelente estado de preservación que muestra una marcada semejanza con los de la especie actual *Acer buergerianum* Miquel (Alvarez Ramis *et al.*, 1996).

Se han reconocido en la Formación ramas y hojas de *Araucaria*, escamas ovulíferas (*Araucarites*) y grandes granos de polen de *Araucariacites australis* y *A. hungaricus* (Alvarez Ramis y Fernández Marrón, 1992; Alvarez Ramis y Doubinger, 1994).

En algunas ramas se ha efectuado su estudio anatómico que pone en evidencia la existencia de puntuaciones areoladas de tipo "Araucaroide". La existencia de *Araucaria* está avalada por la presencia de pequeños granos de copal, posiblemente debidos

a resina segregada por hojas de una especie fósil de este género.

Los fósiles más abundantes e interesantes del Cretácico Superior de la provincia de Madrid son los palinomorfos pues se encuentran, en mayor o menor proporción, en casi todos los paquetes de la Formación.

Las esporas de criptogamas vasculares, protistas, hongos y restos de animales representan aproximadamente el 12% de la paleoasociación; estos porcentajes son más o menos coincidentes con los hallados en todos los yacimientos.

El análisis comparativo entre macro y microrrestos estudiados en yacimientos, próximos a Guadalix de la Sierra, permitió el reconocimiento de un número significativo de pteridófitos y su inclusión en grupos taxonómicos (Alvarez Ramis, 1984b; Alvarez Ramis y Gomez Porter, 1988 y 1990).

El mayor número de megarrestos corresponde a las gimnospermas, pero los pólenes de las angiospermas, aunque escasos en número, muestran una gran diversidad de formas.

Los datos aportados por los análisis palinológicos concuerdan con los obtenidos a partir de los megarrestos. *Araucariacites*, *Inaperturopollenites* y *Classopollis* son los pólenes de gimnospermas más numerosos. Entre las angiospermas los normapólenes son los más abundantes, sobre todo los tipos denominados *Interporopollenites*, *Papillopollis*, y en menor proporción *Vacuopollis*, *Complexiopollis*. Las angiospermas de tipo actual son más bien escasas.

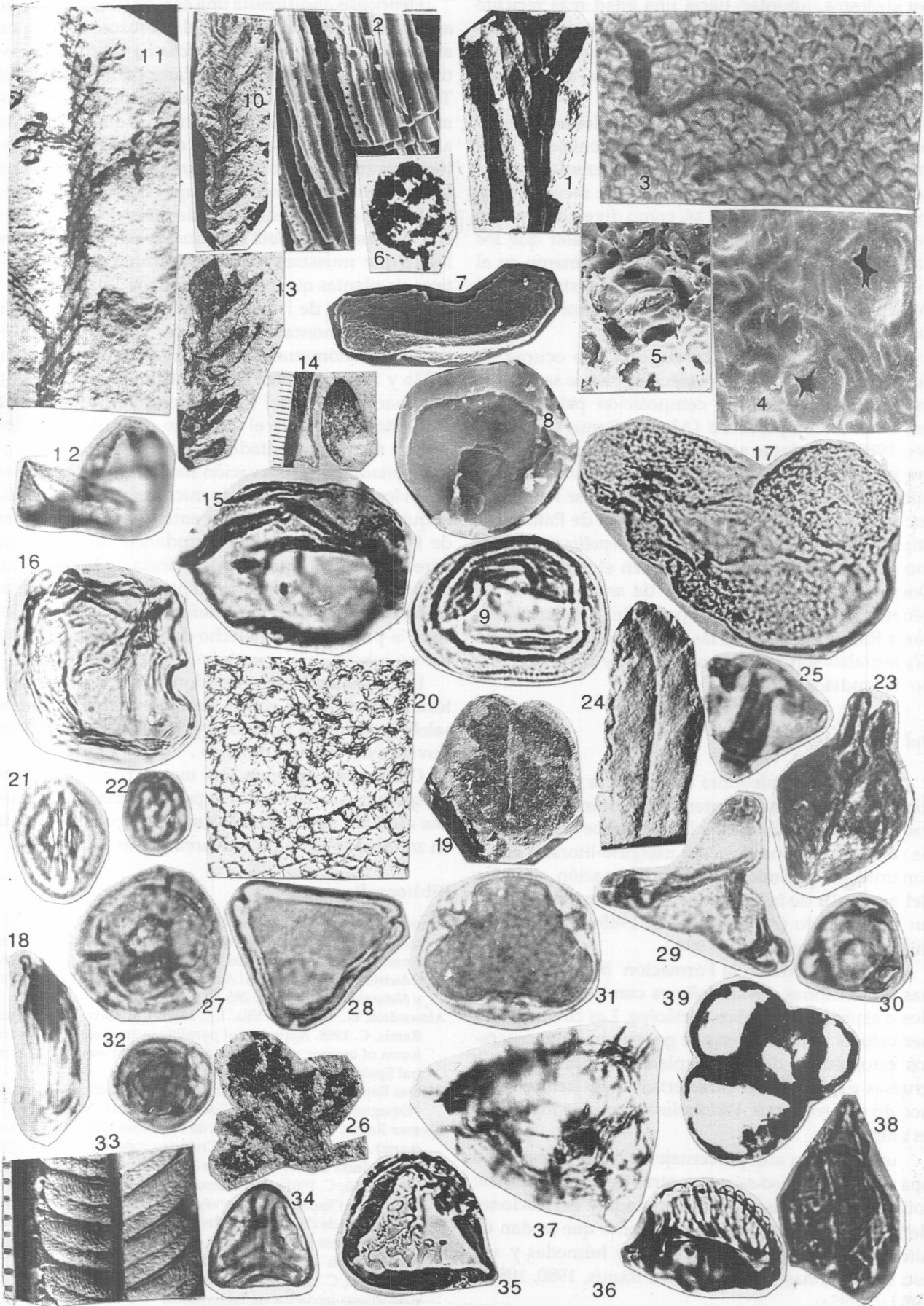
Todos los yacimientos, excepto Patones (ubicado en el sector oriental de la Formación), al margen de peculiaridades, muestran características comunes como es la constante presencia de pólenes de *Frenelopsis* (*Classopollis classoides*) y de porcentajes muy elevados de normapólenes (Alvarez Ramis, Clemente *et al.*, 1996).

Conclusiones

Cronoestratigráficas

Los datos aportados por los estudios realizados en materiales cretácicos del borde sur de la Sierra de

Figura 1. Coníferas/ Conifers: *Frenelopsis oligostomata*: 1. rama/ branch (x1), 2. leño/ wood (x400), 3. cutícula parasitada por hongos/ cuticle with fungi (x150), 4. cutícula en vista superior/ other cuticle with two stomata showing surface papillae (x250), 5. cutícula en vista interna/ One stomata in cuticle internal side (x225), 6. microcono/ male cone (x3), 7. saco polínico/ pollen sac (300µm), 8. *Classopollis* (MEB, x1000), 9. polen (MO, x1000). *Sequoia* sp.: 10. rama/ branch (x1). *Glypostrobis* sp.: 11. rama/ branch (x1), 12. polen/ pollen (x1000). *Araucaria* sp.: 13. rama/ branch (x1), 14. hoja/ leaf (x1), 15. *Araucariacites hungaricus* H. Deak (x1000), 16. *A. australis* Cooper (x750), 17. *Abietinaepollenites* sp. (x700) Gnetales: 18. *Ephedripites* sp. (x1000) Dicotiledoneas: *Dalbergites* sp.: 19. resto foliar / foliage remain (x1), 20. cutícula parcialmente invadida por hongos/ cuticle with fungi (x100), 21. Polen tricolporado/ Tricolporate pollen (x1000). Castanea: 22. *Tricolporopollenites cingulum oviformis* (R. Pot.) Th. Pfl (x1000). *Acer paleobuergerianum* Alvarez Ramis, Almendros y Lesiak: 23. endocarpo/ endocarpe (x6). Myricaceas: 24. hoja/ leaf (x3), 25. *Triatriopollenites rurensis* Pfl. y Th. (x1000), 26. bráctea/ bract (x6). Normapólenes: 27. *Papillopollis granulatus* Kds. y Pitt. (x1000), 28. *Vacuopollis* sp. (x1000) 29. *Complexiopollis microrugulatus* Kds. (x1000), 30. *Interporopollenites endotriangulus* Kds y Heg. (x1000) Tiliaceas: 31. *Intratrisporopollenites* sp. (x1000) Chenopodiaceas-Amaranthaceas: 32. *Chenopodipollis stellatus* (Maczan) Kr. (x1000) Pteridófitos: *Weichselia reticulata* (Stokes y Webb.) Fontaine: 33. pínulas/pinnules (x3), 34. espóra dispersa/dispersed spore (x500), 35. *Camerazonosporites* sp. (x500), 36. *Cicatricosisporites* sp. (x500) Dinoflagelados: 37. *Spiniferites* sp. (x500) 38. *Deflandrea* sp. (x1000) Foraminíferos: 39. basales/ internal lodges (x40).



Guadarrama, apuntan hacia una edad más reciente que las anteriormente supuestas (Cenomaniense para los yacimientos próximos a Torrelaguna y Turo-niense para los yacimientos cercanos a Guadalix (Arias Ordás, 1969 y Corchón, 1976)

Los espectros polínicos determinados en la zona occidental presentan un elevado porcentaje de normapólenes, entre los que dominan diferentes formas de *Interporopollenites*, *Papillopollis*, y en menor escala los de otras angiospermas así como diversos tipos de pólenes inaperturados que parecen señalar que los yacimientos próximos a Guadalix se formaron en el intervalo Campaniense superior-Maastrichtiense (Medus y Alvarez Ramis, 1989; Alvarez Ramis y Doubinger, 1994).

Los yacimientos de Torrelaguna que ocupan la posición más baja en la Formación, parece ser que se formaron, en base a su composición palinológica, próximos al Campaniense (Alvarez Ramis y Doubinger, 1980). Los datos aportados por el estudio de los megarrestos vegetales son coincidentes con los de la microflora en lo que a cronoestratigrafía se refiere. La sucesión litoestratigráfica del Barranco de Patones es atípica, pues no han aparecido *Classopollis* y sólo hemos determinado normapólenes en el nivel inferior. Dominan las formas polínicas de angiospermas de géneros y familias citados a partir del Paleoceno (Alvarez Ramis, *et al.*, 1996), las impresiones de ramas de *Glyptostrobus* son muy numerosas y se han encontrado desmidiáceas fósiles.

Paleoambientales

Tanto por su paleoflora como por la presencia de dinoquistes y cámaras internas de foraminíferos, los yacimientos occidentales y los próximos a Torrelaguna se sitúan en una posición margino-litoral y en su conjunto los yacimientos de la Formación cretácica del borde sur de la sierra de Guadarrama evidencian un clima cálido (Alvarez Ramis, 1985a, Alvarez Ramis y Doubinger, 1980 y 1994).

Hemos hallado en la Formación hojas de pequeñas dimensiones, restos foliares con bordes recortados o espinosos y limbos coriáceos. Las cutículas tienen células isodiamétricas de gruesas paredes, aparatos estomáticos de tipo haplocélico monocíclico y gruesas papilas. Estas características las hemos reconocido en *Frenelopsis*, *Weichselia reticulata* y myricáceas entre otras.

Junto con un alto porcentaje de hojas de este tipo aparecen, en escaso número, otras de gran superficie foliar, márgenes lisos, cima apuntada y nerviaciones de tipo camptódromo o broquídromo que se dan en altos porcentajes en zonas cálidas y húmedas y son escasas en zonas secas. (Alvarez Ramis, 1980, 1981b; 1984 y 1985a).

A.P.A. Publicación Especial 6, 1999

Frenelopsis oligostomata es una planta eurihalina de amplia distribución durante el Mesozoico y que en asociación con el helecho *Weichselia reticulata* constituía la base de los paleomanglares pantropicales del Tethys y Preatlántico. Dado que tanto *Weichselia* como *Frenelopsis* son plantas eurihalinas que se adaptan a altas concentraciones salinas es normal que sus restos encontrados entre margas arenosas, se situaran en los márgenes litorales de un supuesto sistema deltaico. Las coníferas productoras de *Classopollis* y el helecho *Weichselia reticulata* situados en este ambiente, es lógico que muestren caracteres xerofíticos característicos de plantas que padecen sequedad fisiológica.

Las plantas de *Frenelopsis*, al contrario que las de *Weichselia*, remontaban los cauces y zonas pantanosas varios kilómetros tierra adentro (Alvarez Ramis, 1984b y 1985a, Alvarez Ramis y Gómez Porter, 1990). Los macrorrestos del helecho eurihalino *Weichselia reticulata*, hallados en el Cretácico de Madrid, son escasos y muy fragmentados aunque algunos en aceptable estado de conservación han aparecido en niveles en los que se han hallado microforaminíferos y dinoquistes. La desproporción entre los escasos fósiles de *Weichselia* y la relativa abundancia de *Frenelopsis* parece evidenciar que en la provincia de Madrid, durante el Cretácico Superior, no perduraban las formaciones de paleomanglares definidas por esta asociación; la presencia del helecho debe considerarse como un relicto.

Las taxodiáceas, distribuidoras de pólenes inaperturados, habitarían zonas pantanosas más o menos salobres, entornos de lagoon y/o orillas de los brazos fluviales del abanico deltaico.

Otras gimnospermas y la mayor parte de las angiospermas arborescentes se posicionarían más o menos alejadas, situándose solamente algunas pináceas en zonas más elevadas (Alvarez Ramis, 1985a).

Bibliografía

- Almendros, G., Alvarez Ramis, C. y Polo, A. 1982. Estudio paleo-bioquímico de la materia orgánica de restos fosilizados de *Frenelopsis* procedentes del Supracretácico de Torrelaguna (Madrid). *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid* 76: 285-302.
- Almendros, G., González Vila, F.J., Martín, F. Sanz, J. y Alvarez Ramis, C. 1998. Appraisal of pyrolytic techniques on different forms of organic matter from a Cretaceous basement in Central Spain. *Organic Geochemistry* 28: 613-623.
- Alvarez Ramis, C. 1980. Sur la macroflore du Crétacé continental de l'Espagne. *Memoires Société Géologique de France*. N.S. 139: 5-9.
- Alvarez Ramis, C. 1981a. Estudio de *Frenelopsis oligostomata* (Romariz) Alvin, procedente del Cretácico superior de Torrelaguna (Madrid). *Estudios Geológicos* 37: 83-87.
- Alvarez Ramis, C. 1981b. Les Macroflores de Crétacé Moyen continental de l'Espagne en: Les végétaux (macrofossiles) du Crétacé Moyen de l'Europe Occidentale et du Sahara. *Végétations et Paléoclimats* (Alvarez Ramis, Biondi, Desplats, Hughes, Koeniger, Pons et Rioult). *Cretaceous Research* 2: 339-352.
- Alvarez Ramis, C. 1984a. La biometría foliar en la determinación de paleoclimas terciarios en: Libro Jubilar de J.M. Rios 3: 137-145.

- Alvarez Ramis, C. 1984b. Los Pteridófitos fósiles como indicadores de paleosalinidad. 1º Coloquio Pteridológicos. Grupo Pteridológico Ibérico (Madrid) *Actas* 1-4.
- Alvarez Ramis, C. 1985a. Sur la paléocologie des alentours du Barrage "El Vellón" (Madrid, Espagne) pendant le Crétacé supérieur. *Bulletin des Sciences* (M.E.N.) 5: 115-125.
- Alvarez Ramis, C. 1985b. Sur l'intérêt des restes d'Angiospermes provenant du Crétacé supérieur de la Bordure Sud de la Sierra de Guadarrama (Province de Madrid, Espagne). en: Paléobotanique, Recherches nouvelles sur l'évolution végétale. Volumen Jubilar Prof Boureau. *Bulletin des Sciences* (M.E.N.) 8: 153-164.
- Alvarez Ramis, C. y Almendros, G. 1995. Characterization of different forms of organic matter in Upper Cretaceous levels from Cerro de la Mesa (Madrid, Spain). *Plant Cell Biology and development* 6: 33-43.
- Alvarez Ramis, C. y Lesiak, M.A. 1996. Hallazgo de un endocarpo del género *Acer* en niveles del Cretácico superior del embalse de Pedrezuela (Guadalix de la Sierra). *Estudios geológicos* 52: 307-311.
- Alvarez Ramis, C., Clemente Belmonte, P. y Fernández Marrón, T. 1996. Avance del estudio paleopolínico de Angiospermas procedentes de la formación cretácica del Barranco de Patones (Madrid). *Geogaceta* 20: 201-203.
- Alvarez Ramis, C. y Doubinger, J. 1980. Los microfósiles vegetales del Cretácico superior de Torrelaguna (Madrid). *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural* (Geología) 78: 205-215.
- Alvarez Ramis, C. y Doubinger, J. 1994. Contribución al conocimiento de la palinoflora cretácica de la provincia de Madrid. Los Alcores, Guadalix de la Sierra. *Revista Española de Micropaleontología* 26: 5-22.
- Alvarez Ramis, C. y Fernández Marrón, T. 1992. Essai de détermination générique de restes fossiles considérés comme *Araucariacées*. *OFP informations*. N° Spécial 16B, 4p.
- Alvarez Ramis, C. y Gómez Porter, P. 1992. Presencia de restos de *Glyptostrobus* próximos a la especie actual *G. lineatus* (Poiret) Druce en niveles terminales de la serie supracretácica del Borde Sur de la Sierra de Guadarrama. Barranco de Patones (Madrid). en: 3º Congreso Geológico de España (Salamanca), *Actas* 1: 483-486.
- Alvarez Ramis, C. y Gómez Porter, P. 1988. Paleoflora atribuida a Criptógamas vasculares de niveles supracretácicos del embalse de El Vellón (Guadalix de la Sierra, Madrid). *Simposio sobre "Taxonomía, Biogeografía y conservación de Pteridófitos"* (Menorca) 97-100.
- Alvarez Ramis, C. y Gómez Porter, P. 1990. Estudio palinológico de Pteridófitos del Cretácico superior de la provincia de Madrid: 1ª parte: Embalse de "El Vellón". *Acta salmaticensia* 68: 47-55.
- Alvarez Ramis, C., Kedves, M., Fernández Marrón, T., Clemente Belmonte, P. y Gómez Porter, P. 1996. Estudio paleopolinológico de un nivel rico en palinomorfos situado en el Barranco de Patones (Madrid). *Estudios palinológicos*: 3-6.
- Arias Ordás, C. 1969. Estudio estratigráfico y sedimentología del Cretácico de los alrededores de Guadalix de la Sierra. *Cuadernos de Geología Ibérica* 1: 303-309.
- Corchón, F. 1976. Estudio hidrogeológico del Cretácico de los alrededores de Torrelaguna (Madrid y Guadalajara). *Informaciones y Estudios. Servicio Geológico. M.O.P.* 40, 189 p.
- Medus, J. y Alvarez Ramis, C. 1989. Des pollens Normapolles d'un niveau du Crétacé supérieur de la région de Guadalix, Prov. de Madrid, Espagne. *Revista Española de Micropaleontología* 21: 139-144.

Recibido: 1 de agosto de 1998

Aceptado: 26 de febrero de 1999