Las plantas fósiles del Cretácico Inferior de Alcaine (Teruel)

Luis Miguel Sender Palomar

Área y Museo de Paleontología. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, n.º 12.
E-50009 Zaragoza. España.
C/e: lmsender@unizar.es

* *Artículo ganador* ex aequo *de la 2.ª Edición del Premio Lucas Mallada patrocinado por la SAMPUZ*

Introducción

El yacimiento de plantas fósiles del Cretácico Inferior de Alcaine (Teruel) constituye uno de los enclaves paleontológicos de mayor interés en la comunidad aragonesa, debido a la excepcional preservación del registro fósil y a la cantidad de grupos vegetales que en él se han encontrado. Así mismo, está considerado como el yacimiento paleobotánico más importante del Cretácico Inferior de España.

Las campañas de prospección y excavación llevadas a cabo en el yacimiento han revelado la riqueza fosilífera de este enclave, además de poner en relieve su extraordinaria importancia científica, patrimonial y cultural. Numerosos restos pertenecientes casi exclusivamente a vegetales fósiles, han sido recuperados hasta el momento, lo cual ha permitido realizar diversos y detallados estudios sobre la composición de la flora que habitaba el área ocupada hoy en día por el Parque Cultural del río Martín, al norte de la provincia de Teruel, hace unos 105 millones de años.

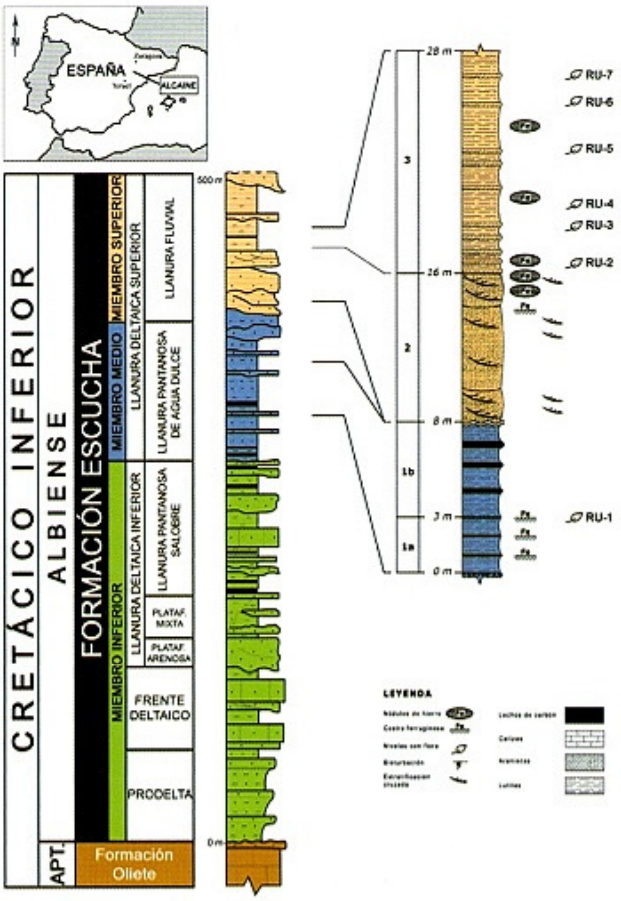

Figura 1. Situación geográfica de la localidad de Alcaine. Serie estratigráfica síntética de la formación Escucha en la provincia de Teruel (izda.) y columna estratigráfica del yacimiento paleobotánico de Alcaine (dcha.).

El yacimiento paleobotánico de Alcaine

La localidad de Alcaine se sitúa al norte de la provincia de Teruel, en la comarca de las Cuencas Mineras, dentro del Parque Cultural del río Martín, a 112 km de la ciudad de Teruel y a 103 km de Zaragoza capital. (fig. 1). Geológicamente, se encuentra dentro de la llamada subcuenca de Oliete (Soria, 1997) que fue una de las áreas de lo que hoy en día es Aragón en donde se acumularon grandes espesores de sedimentos continentales y transicionales durante el Cretácico Inferior.

La zona en donde se encuentra el yacimiento de plantas fósiles de Alcaine y sus alrededores conforman un auténtico laboratorio natural al aire libre para el estudio de la geología y de la paleontología en la provincia de Teruel. En éste área se encuentran registrados conjuntos de estratos de diferentes edades, desde el Triásico Superior (hace unos 225 millones de años)

Foto: L. M. Sender.

Figura 2. Vista de uno de los afloramientos de la Formación Escucha en Alcaine.

hasta el Cuaternario, con varias lagunas estratigráficas debidas a los movimientos tectónicos y a los fenómenos erosivos. Dado que no es el objetivo de este trabajo, no nos extenderemos más en este capítulo ya que existen detalladas publicaciones en relación al patrimonio natural y geológico de esta zona, como son las de Aurell *et al.* (2001), VV.AA. (2010) y ESTRADA *et al.* (2010) entre otras.

Foto: Zaida Herrera.

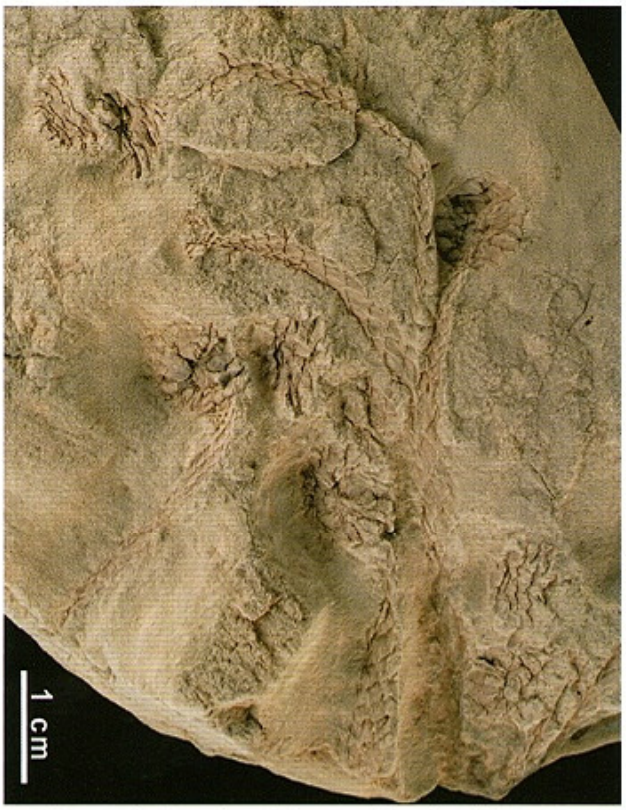

Figura 3. Ejes de conífera ramificados del género Sphenolepis *en conexión con sus conos femeninos (piñas). Ejemplar 2007/1478.*

El yacimiento de plantas fósiles de Alcaine se encuentra en materiales pertenecientes al miembro superior de la Formación Escucha (AGUILAR *et al*, 1971), a la cuál pertenecen también los niveles de carbón ampliamente explotados en la provincia Teruel. Los estratos pertenecientes a esta formación (fig. 2) están compuestos por antiguos sedimentos fundamentalmente detríticos (arenas y limos arenosos entre otros), depositados en ambientes transicionales entre zonas marinas poco profundas y zonas continentales con amplios sistemas fluviales implantados. Estos materiales fueron depositados en un extenso complejo de delta - estuario (PARDO, 1979; PARDO & VILLENA, 1979; QUEROL *et al*, 1992) que se desarrolló en la zona durante el Albiense, que es el piso más moderno del Cretácico Inferior (fig. 1).

Foto: Zarela Herrera.

Figura 4. Hojas de bennettital de la especie Ctenozamites *aff.* leckenbyi. *Ejemplar MPZ 2007/1700.*

Asociaciones de plantas fósiles del Cretácico Inferior de Alcaine

En la serie estratigráfica del yacimiento de Alcaine se han identificado 7 niveles con plantas fósiles (fig. 1) que se diferencian por su composición litológica y por los diferentes tipos de restos vegetales que contienen (SENDER *et al.*, 2005; 2008). Gran parte de los restos de plantas fósiles pertenecen a grupos botánicos que poseen descendientes actuales, como las pteridofitas, gimnospermas y angiospermas, aunque en algunos casos los fósiles pertenecen a órdenes o familias de vegetales ya extintas.

Hasta el momento, en el yacimiento se han encontrado 25 especies de helechos pertenecientes a 8 familias, así como gimnospermas (plantas con semillas desnudas) pertenecientes a 7 órdenes diferentes y de los cuales se han reconocido 20 especies. Además, caben destacar los fósiles de hojas, flores y frutos de las angiospermas más antiguas de España, que presentan características que las relacionan con familias de plantas con flores primitivas como las platanáceas, las lauráceas y las clorantáceas.

Los niveles basales del yacimiento de Alcaine (fig. 1) están formados por sedimentos lutíticos y margosos laminados, alternando con lechos de carbón con espesores menores a 1 metro. Estos últimos, están formados por los restos carbonizados de las plantas que crecían en las orillas de áreas pantanosas y que, tras acumularse y ser enterrados por sedimentos posteriores, dieron lugar a las capas de carbón de la variedad denominada lignito.

En los niveles intermedios de la serie aparecen representadas las plantas que crecían tanto en las proximidades de los diques naturales situados en las orillas de los cauces fluviales como en la zona de la llanura de inundación más próxima a éstos. La asociación vegetal de estos niveles está compuesta por

Foto: Zarela Herrera.

Figura 5. Pinna primaria muy completa de helecho del género Onychiopsis.

Foto: Zarela Herrera.

Figura 6. Pinna secundaria de helecho de la especie Anemia dicksonioides.

coníferas de los taxones *Elatides curvifolia*, *Brachyphyllum* sp., *Geinitzia* sp. cf. *G. rigida* y *Sphenolepis* spp., (fig. 3) con hojas y piñas muy similares a las de las actuales taxodiáceas. Los fósiles de cicadofitas (cicadales y bennettitales) también son abundantes, con hojas tanto de márgenes lisos como dentados correspondientes a las especies *Ptilophyllum* sp. cf. *P. pecten*, *Neozamites* sp., *Nilssonia tenuinervis*, *Ctenozamites* aff. *leckenbyi* (fig. 4), *C. insignis* y *C. virginiensis*. Las bennettitales constituyeron un orden de plantas gimnospermas que no mantienen representantes actuales vivos, que tendrían una morfología externa similar a palmeras de medio tamaño, aunque no poseían ninguna relación filogenética con ellas ya que éstas últimas plantas son angiospermas.

Los helechos también se encuentran ampliamente representados en estos niveles, con especies pertenecientes a las familias Matoniaceae (*Weichselia reticulata*, *Matonidium goepperti* y *Phlebopteris polypodioides*), Dicksoniaceae (*Coniopteris hymenophylloides* y *Onychiopsis* sp. [fig. 5], Schizaeaceae (*Ruffordia goepperti*, *Schizaeopsis* sp., *Anemia dicksonioides* [fig. 6] y *Klukia cf. canadensis*), Gleicheniaceae (*Gleicheniaceaphyllum falcatum*, *Gleichenites porsildii* y *Gleichenites* sp.) y helechos de afinidad incierta probablemente relacionados con las osmundáceas, con varios tipos diferentes pertenecientes al morfogénero *Cladophlebis* (*C. acuta*, *C. falcata*, *C. oblongifolia* y *C. browniana*). Todas estas familias de pteridofitas aún mantienen representantes vivos en la actualidad.

El nivel RU-5 está caracterizado por sedimentos depositados en una llanura fluvial distal que evolucionó progresivamente (hacia los niveles del techo de la sucesión) a un medio acuoso de muy baja energía. En estos estratos, la asociación fósil que se encuentra es muy distinta a la de los niveles anteriores. Así, mientras los helechos, coníferas, cycadales y bennettitales presentes se reducen a unas pocas especies y a un número escasísimo de ejemplares, en estos niveles aparecen registros de otras gimnospermas como las ginkgoales (con *Ginkgoites pluripartita* [fig. 7] y *Sphenobaiera* sp.), caytoniales (con foliolos aislados de la especie *Sagenopteris elliptica*; fig. 8), así como

Foto: Zarela Herrera.

Figura 7. Hoja de ginkgoal, conservando el peciolo, perteneciente a la especie Ginkgoites pluripartita. *Ejemplar MPZ 2007/1646.*

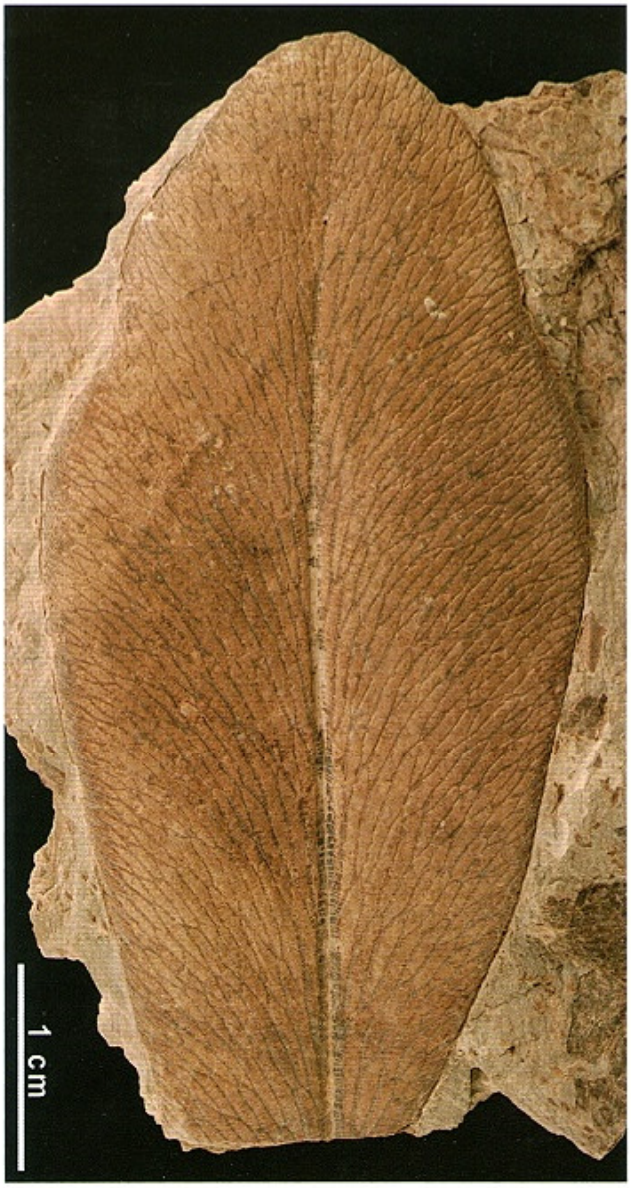

Foto: Zarela Herrera.

Figura 8. Foliolo de caytonial de la especie Sagenopteris elliptica *con su característica venación reticulada. Ejemplar MPZ 2007/1661.*

restos de conos de gnetales. Además, en este nivel aparece la mayor concentración de restos de plantas con flores de todo el yacimiento. La asociación de angiospermas está compuesta por varios tipos de hojas simples con márgenes aserrados, hojas trilobuladas dentadas de tipo platanófilo (fig. 9) y hojas pinnatifidas del género *Sapindopsis*. (fig. 10).

La flora encontrada en el nivel RU-6 está formada por escasos ejes de coníferas y por una gran cantidad de frondes de helechos de la especie *Weichselia reticulata* (fig. 11). Éste, era un helecho arborescente que podía alcanzar hasta casi tres metros de altura y que estaba muy bien adaptado a crecer en ambientes fangosos y de substrato blando, ya que contaba con un tallo robusto y rizomas especializados que le permitían anclarse al terreno.

Además, sus hojas poseían una cubierta muy gruesa que le ayudaban a evitar la pérdida de humedad. La presencia de una gran acumulación de tallos y frondes, de casi un metro de longitud y hasta 40 cm de anchura (fig. 11), de este helecho en un excepcional estado de conservación, apuntan a la posibilidad de que se trata de un nivel con registros parautóctonos que habrían sufrido un mínimo transporte antes de quedar enterrados. La litología de este nivel está formada por areniscas de grano muy fino con laminación cruzada e intercalaciones de lutitas arenosas, que son estructuras que se corresponderían con un depósito arenoso en manto, como los que se producen en la actualidad cerca de los canales fluviales cuando estos se desbordan.

Los depósitos formados por una alternancia de areniscas y lutitas laminadas que componen el nivel RU-7 se formaron durante eventos cíclicos de inundación. Este nivel contiene una asociación fósil compuesta por gran cantidad de fragmentos de variados tamaños correspondientes a restos de helechos, ejes de coníferas y hojas de angiospermas. Sin embargo, mezclados con los elementos anteriores, aparecen también frondes de helechos muy completos y bien conservados (correspondientes a los taxones *Weichselia reticulata*, *Acrostichopteris pluripartita* (fig. 12), *Sphenopteris latiloba* (fig. 13), *S. brulensis* y *S. erecta*, así como hojas de angiospermas primitivas que han con-

Foto: Zarela Herrera.

Figura 9. Hoja de angiosperma platanófila trilobulada.

Foto: Zarela Herrera.

Figura 10. Hoja de angiosperma pinnatífida del género Sapindopsis.

servado todavía intactos sus bordes aserrados (fig. 14).

El material estudiado en este trabajo se encuentra depositado actualmente en el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza, y algunos de los ejemplares referenciados pueden contemplarse en las vitrinas de la sala Lucas Mallada de dicho museo.

El paisaje de Alcaine en el Cretácico Inferior: reconstrucción paleoambiental

Del estudio de los datos sedimentológicos y paleontológicos extraídos, podemos deducir que durante la parte final del Cretácico Inferior (hace unos 105 millones de años), la zona en donde actualmente se encuentra la localidad de Alcaine estaba ocupada por una amplia llanura

Figura 11. Fragmento de un fronde de helecho arborescente de la especie Weichselia reticulata *(EMPZ 2003/37).*
Foto: Cristóbal Rubio.

Foto: Zarela Herrera.

Figura 12. Pínnulas ampliamente disectadas del helecho Acrostichopteris pluripartita.

asociada a un sistema de delta-estuario (PARDO, 1979) por la que discurrían grandes cursos fluviales. Estos ríos poseían una energía muy baja debido a que estaban situados muy cerca de su desembocadura. Además de estos sistemas fluviales, existían pantanos salobres que en donde también se acumulaban los sedimentos y restos de las plantas que crecían en las orillas. Las masivas acumulaciones de vegetales, tras quedar enterradas por gran cantidad de sedimentos, se fueron transformando poco a poco hasta dar lugar a capas de carbón similares a las que se encuentran distribuidas por toda la provincia de Teruel.

Estos pantanos estaban rodeados por una abundante masa vegetal formada, sobre todo, por coníferas de varios tipos diferentes, relacionadas con las actuales cupresáceas, araucariáceas, taxodiáceas y otras familias hoy ya extinguidas, cuyos restos caían y se conservaban muy cerca de donde habían crecido.

El área de Alcaine, aunque enmarcada en el Cretácico Inferior en un clima subtropical cálido con periodos de cierta aridez, tenía suficiente humedad local gracias a los grandes ríos que la surcaban como para proporcionar condiciones de estabilidad a plantas que necesitan una humedad constante y tan alta como los helechos. Este grupo fue uno de los más prolíficos en Alcaine, estando representado en los estratos de todos los medios de depósito identificados. Por sus características morfológicas y sus estructuras especializadas, sabemos que algunos helechos como *Weichselia reticulata* (fig. 11) ocuparían las zonas fangosas y arenosas más próximas a los cauces fluviales, junto a las zonas encharcadas temporalmente (WATSON & ALVIN, 1996). Mientras, los helechos de porte más pequeño como los de las familias Osmundaceae y Schizaeaceae (fig. 6) así como los delicados esfenoptéridos y acrosticoptéridos (figs. 12 y 13) se dispondrían en los espacios dejados por otras plantas más grandes como coníferas, ginkgoales, caytoniales y helechos arborescentes (figs. 3, 7, 8 y 11), en donde estarían protegidos de la

Foto: Zarela Herrera.

Figura.13. Pínnulas lobuladas de helecho de la especie Sphenopteris latiloba.

Foto: Zarela Herrera.

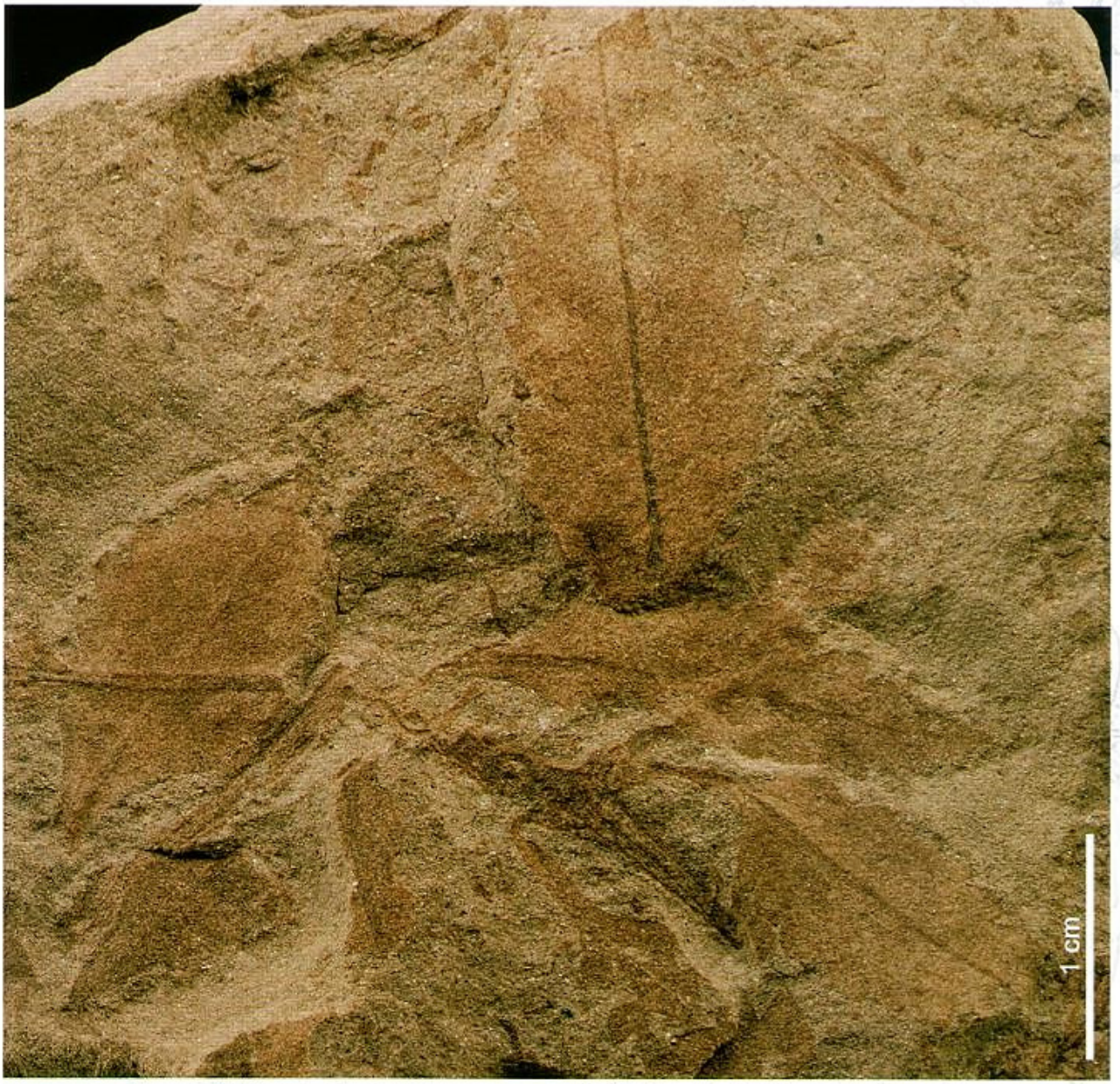

Figura.14. Hojas simples de angiospermas con afinidades con la familia de las clorantáceas.

luz solar directa, del mismo modo que algunos grupos de plantas actuales hacen hoy en día en zonas tropicales y subtropicales.

Otras familias de helechos, como las gleicheniáceas y algunas dicksoniáceas como las del género *Onychiopsis* (fig. 5) estarían bien adaptadas a la supervivencia en las áreas más abiertas y desprotegidas de las orillas de los ríos, que sufrirían los rigores de una fuerte insolación (VAN KONIJNENBURG-VAN CITTER, 2002). En estas zonas se desarrollarían también las diferentes y variadas especies de bennettitales y cycadales (fig. 4), ya que poseían una gruesa cutícula que evitaba la desecación de las hojas.

Los ambientes inestables justo en los márgenes de los ríos, en donde se producen amplias oscilaciones de humedad y temperatura debido al comportamiento cambiante de los cauces fluviales, fueron colonizados por un grupo de plantas pioneras en esa época: las angiospermas o plantas con flores. Este era un grupo nuevo de plantas que por aquel entonces sólo contaba con un puñado de familias, pero que tenían la ventaja de poder proteger sus semillas de los rigores ambientales gracias a que poseían una cubierta suplementaria que protegía el embrión en una estructura innovadora: el fruto. Los restos fosilizados de primitivas angiospermas se han encontrado también en el yacimiento de Alcaine (figs. 9, 10 y 14) y constituyen los registros más antiguos de este tipo de plantas que se conocen en Aragón hasta el momento. Su innovadora estrategia reproductiva y su

enorme capacidad de adaptación a diferentes ambientes convertiría a las angiospermas, con el tiempo, en el grupo de plantas dominante en nuestro planeta.

Agradecimientos

Agradecer al Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón y al Parque Cultural del río Martín, en la persona de D. José Royo, su apoyo económico e interés en la realización de las labores de prospección y excavación llevadas a cabo en la zona, y a los habitantes del pueblo de Alcaine y a su alcalde D. Cipriano Gil su hospitalidad, ayuda, entusiasmo y predisposición mostrada en la ejecución de dichas tareas. También agradecer a Cristóbal Rubio, José Bienvenido Diez, Javier Ferrer, Uxue Villanueva y Denise Pons su inestimable ayuda en las diferentes etapas relacionadas con el estudio del yacimiento de Alcaine. Agradecer también a la Dra. Zarela Herrera, del Servicio de Fotografía Paleontológica de la Universidad de Zaragoza, la magnífica realización de las fotografías de las plantas fósiles que ilustran este trabajo.

Bibliografía

Aguilar, M. J., Ramírez del Pozo, J. y Oriol Riba, A. 1971. Algunas precisiones sobre la sedimentación y la paleoecología del Cretácico Inferior de la zona de Utrillas-Villaroya de los Pinares (Teruel). *Estudios Geológicos*, **27** (6), pp. 497-512.

Aurell, M., Bádenas, B., Casas, A. y Alberto, S. 2001. *La geología del Parque Cultural del río Martín.* Colección Parque Cultural del río Martín, Asociación del Parque Cultural del río Martín. 171 pp.

Estrada, O, Gordillo, J. C. y Alquézar, M. B. 2010. *Introducción a la flora del Parque Cultural del río Martín*. Asociación Parque Cultural del río Martín y PRAMES. 333 pp.

Pardo, G. 1979. *Estratigrafía y sedimentología de las formaciones detríticas del Cretácico Inferior terminal en el Bajo Aragón turolense*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza. 470 pp. [Inédita.]

Pardo, G. y Villena, J. 1979. Características sedimentológicas y paleogeográficas de la Formación Escucha. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **5**, pp. 407-418.

Querol, X., Salas, R., Pardo, G. and Ardevol, L. 1992. Albian coal-bearing deposits of the Iberian Range in northeastern Spain. *In*: McCabe, P. J. & Parrish, J. T. (eds.). *Controls on the distribution and quality of Cretaceous coals. Geological Society of America Special Paper*, **267**, pp. 193-208.

Sender L. M., Diez J. B., Ferrer J., Pons D.y Rubio C. 2005. Preliminary data on a new Albian flora from the Valle del río Martín (Teruel, Spain). *Cretaceous Research*, **26**, pp. 898-905.

Sender, L. M., Diez, J. B., Pons, D., Villanueva-Amadoz, U. and Ferrer, J. 2008. Middle Albian gymnosperms from the Valle del río Martín (Teruel, Spain). *Comptes Rendus Palévol*, **7**, (1), pp. 37-49.

Soria, A. R. 1997. *La sedimentación en las cuencas marginales del surco Ibérico durante el Cretácico Inferior y su control estructural*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza. 363 pp. [Inédita.]

Van Konijnenburg-Van Citter, J. H. A. 2002. Ecology of some Late Triassic to Early Cretaceous ferns in Eurasia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **119**, pp. 113-124.

VV. AA. 2010. *Guía de las Cuencas Mineras*. *In*: Ros Navarro, E. (coord.) Colección Red Natural de Aragón, n.º 30, PRAMES, Zaragoza. 191 pp.

Watson, J. and Alvin, K. L. 1996. An English Wealden floral list, with comments on possible environmental indicators. *Cretaceous Research*, **17**, pp. 5-26.