

Comparación entre la asociación macroflorística de Camino Fornons 3 del Maastrichtiense superior en la provincia de Huesca con otras floras contemporáneas de los Pirineos

Garrido-Sánchez, I.,¹ Pérez-Pueyo, M.,^{1,2} Canudo, J.I.,¹ Sender-Palomar, L. M.³

1: Grupo Aragosaurus-IUCA, Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, C/Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza, (Spain). inmaculadagarridos@gmail.com

2: Departamento de Geología/Geología Saira, Facultad de Ciencia y Tecnología/Zientzia eta Teknologia Fakultatea, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, 48940 Leioa, (Bilbao, Spain)

3: Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis-Museo Aragonés de Paleontología, Avenida Sagunto s/n, 44002 Teruel, (Spain)

Palabras clave: Pirineos meridionales, Formación Tremp, ambiente transicional, macroflora, asociaciones florísticas, bioestratinomía

Introducción

El Maastrichtiense se caracterizó por ser una edad clave en la historia geológica de la Tierra, marcada por profundos cambios ambientales, y finalmente, por un impacto meteorítico, que culminaron en una de las mayores extinciones masivas conocidas, la extinción del límite Cretácico-Paleógeno (límite K/Pg). Este evento, ocurrido hace 66 millones de años, supuso la desaparición de numerosos grupos faunísticos, entre ellos los dinosaurios no avianos (Brusatte *et al.*, 2015). Sin embargo, además de afectar profundamente a la fauna, la flora también experimentó importantes transformaciones, aunque ninguno de los principales grupos de plantas presentes en el Maastrichtiense desapareció (Nichols y Johnson, 2008), y la recuperación de las asociaciones vegetales en el Paleoceno temprano fue rápida (Vajda y Bercovici, 2014). Sin embargo, el estudio de la vegetación durante el Maastrichtiense resulta complejo debido a la escasez y fragmentación del registro fósil de plantas correspondiente a esta etapa, en donde la mayor parte de la información de los afloramientos continentales procede de yacimientos situados en Norteamérica (Vajda y Bercovici, 2014).

En este contexto, los yacimientos del Cretácico Superior del Pirineo español adquieren una relevancia particular, ya que proporcionan un valioso testimonio de los ecosistemas terrestres del final del Cretácico. Los afloramientos transicionales y continentales de la Formación Tremp (Maastrichtiense), han aportado abundante material faunístico además de un registro paleobotánico de los más completos de la Península ibérica. Por ello, el estudio de las plantas fósiles del Pirineo español resulta esencial para comprender la dinámica ecológica y evolutiva de la flora previa al límite Cretácico-Paleógeno

Contexto geológico y metodología

El yacimiento de Camino Fornons 3 (Beranuy, Huesca, Pirineo aragonés) se localiza estratigráficamente en un nivel de lutitas margosas y limos de unos 2,10 m de espesor en la unidad 'Garumniense gris' de la Formación Tremp, que en la zona de Beranuy está datada como Maastrichtiense Superior (C29r), e interpretada como depósitos en un ambiente de bahía costera restringida o de zona proximal de *lagoon* (Martínez de Espronceda, *et al.*, 2023). En este yacimiento se realizaron dos campañas de excavación en el año 2020 y 2022, en las que se recuperaron 131 muestras con fósiles vegetales procedentes de los 3 subniveles con registros macropaleobotánicos del yacimiento (CF3-7, CF3-12-INF y CF3-12-SUP). La preparación del material se realizó

en el laboratorio en seco debido a la matriz lutítica de las muestras, utilizando herramientas manuales finas y percutores de aire comprimido para limpiar los restos.

Resultados

Taxonómicos

En el yacimiento Camino Fornons 3 se han identificado restos vegetales fósiles correspondientes a tres grandes grupos: briofitas, gimnospermas y angiospermas. En todos los casos la clasificación ha estado limitada a nivel de género debido a la ausencia de cutículas preservadas. Las briofitas están representadas por *Marchantites sp.*, cuya morfología (talos dicótomos sin vena central y esporangios elíptico-circulares en el ápice) se asemeja a registros del Cretácico inferior de Asia (Li et al., 2014). En cuanto a las gimnospermas, se han identificado registros de coníferas con hojas falcadas y con venación simple pertenecientes a *Cunninghamites sp.* y un cono de morfología romboidal con escamas en disposición helicoidal asignado al mismo género. Se han identificado ejes de *Araucarites sp.* y tallos platiclados con venación paralela identificados como pertenecientes a *Frenelopsis sp.* En cuanto a las angiospermas, se identificaron hojas de dicotiledóneas de morfología espatulada y lanceolada, con al menos dos morfotipos diferenciados (tipos 1 y 2), que presentan venación pinnada o craspedódroma, además de hojas acintadas con márgenes dentados o enteros y venación paralela con conexiones transversales que se han asignado a monocotiledóneas del género *Pandanites* y a otros 3 morfotipos indeterminados), además de una flor de muy pequeño tamaño y afinidad indeterminada conservada con algunos pétalos en conexión.

Tafonómicos

Se han analizado los caracteres bioestratinómicos de los registros paleobotánicos en cada uno de los niveles estudiados del yacimiento, teniendo en cuenta la síntesis de análisis y conclusiones tafonómicas sobre plantas fósiles recogidas en Martín-Closas y Gomez (2004). Así, se han estudiado el tamaño, la morfología, el estado de fragmentación de los restos, y su orientación, para interpretar los procesos tafonómicos que afectaron a los restos vegetales antes de su enterramiento, observándose variaciones significativas entre los diferentes niveles y los taxones presentes. El nivel CF3-7 muestra fragmentos heterométricos, angulosos, y de pequeño tamaño de hojas de angiospermas, dispuestos sin una orientación preferente, que indica un depósito en un ambiente de alta energía con transporte turbulento. En CF3-12-INF, los restos son de tamaño medio, y con cierta orientación, incluyendo fragmentos de hojas de angiospermas de morfología lanceolada y fragmentos de ramas de coníferas, que indicarían condiciones de una moderada energía del medio. Finalmente, CF3-12-SUP presenta tapices de briofitas, registros de hojas de angiospermas de mayor tamaño y en ocasiones completas, así como ramas multivididas de coníferas que no presentan una orientación preferente, indicando una baja energía del medio y la proximidad del área de producción de los restos respecto a la zona de depósito.

Interacciones

Se identificaron diferentes daños foliares sobre hojas de angiospermas como resultado de la interacción entre plantas e insectos, los cuales fueron clasificados siguiendo las determinaciones del compendio de Labandeira et al., (2007). En la muestra CF3-12-13A se observó un daño tipo DT-15 (alimentación en margen) con una escisión semilunar cerca de la vena principal. Por su parte, en CF3-12-INF se detectaron orificios tipo DT-148 (alimentación en orificios) y un daño no identificado que podría corresponder bien a agallas (DT-11) o a marcas por ataque fúngico.

Discusión

Hasta el momento solo se conocían yacimientos con restos de macroflora del Maastrichtiense en el Pirineo catalán, pero no en el Pirineo aragonés. Se ha comparado el material estudiado con los yacimientos maastrichtienses de Molí del Baró-1 (Marmi et al., 2016) y Zona de Isona (Marmi et al., 2014), ambos en el Pirineo catalán. Los tres yacimientos muestran asociaciones vegetales diversas, tanto con similitudes como diferencias que reflejan la complejidad de las comunidades de la época. En los tres yacimientos se identifican gimnospermas, y angiospermas tanto monocotiledóneas como dicotiledóneas, aunque con proporciones variables según la localización. Molí del Baró-1 destaca por un claro predominio de angiospermas, con monocotiledóneas (Familias Arecaceae, Typhaceae) y eudicotiledóneas específicas, además de restos de ámbar y de carbón. Por su parte, la Zona de Isona presenta un equilibrio mayor entre gimnospermas coníferas (géneros *Brachyphyllum*, *Cunninghamites* y *Frenelopsis*) y una amplia diversidad de angiospermas eudicotiledóneas y monocotiledóneas (géneros *Pandanites* y *Sabalites* entre otros). Camino Fornons 3 es menos diverso, aunque presenta registros de hepáticas y tres géneros de gimnospermas coníferas (*Cunninghamites*, *Araucarites* y *Frenelopsis*), pero las angiospermas están menos representadas con dos morfotipos de hojas asignadas a dicotiledóneas y otros 4 a monocotiledóneas (*Pandanites* y otros tres morfotipos indeterminados).

Los tres yacimientos evidencian ambientes cálidos-templados con distintas influencias en cuanto al medio sedimentario: fluvial de llanura de inundación, concretamente en el contexto de ríos meandriformes intercalados con depósitos de llanuras de inundación, correspondiente a la parte superior de la “unidad roja inferior” en el yacimiento Molí del Baró-1; un ambiente aluvial-lacustre en el caso de la Zona de Isona, en el Garummiense gris, y, un ambiente de *lagoon*-fluvial en Camino Fornons 3. La comparación refleja la transición evolutiva hacia floras dominadas por angiospermas en el Cretácico superior, especialmente patente en Molí del Baró-1. La presencia común de monocotiledóneas como *Sabalites* o *Pandanites* indica una amplia dispersión y adaptación ecológica de estos taxones. Las gimnospermas, aunque en declive, mantienen relevancia en la Zona de Isona y Camino Fornons 3. Por su parte, la elevada diversidad y morfología foliar en la Zona de Isona sugiere un ecosistema complejo y especializado.

En conjunto, estas asociaciones ilustran la coexistencia de comunidades vegetales con distintos grados de complejidad y predominio a nivel taxonómico, reflejando la dinámica evolutiva y ambiental propia del final del Mesozoico, con angiospermas en consolidación, diversificación y expansión, así como otros grupos relictos de gimnospermas mesozoicas persistentes.

Conclusiones

El yacimiento de Camino Fornons 3 en la provincia de Huesca muestra representantes de la mayoría de los principales grupos vegetales del Cretácico superior del Pirineo, aunque su variedad taxonómica resulta inferior en comparación con la observada en los otros dos yacimientos analizados. Esta diferencia podría ser debida bien a factores ambientales o bioestratinómicos, o bien a la cantidad de material recuperado hasta el momento, ya que los yacimientos del Pirineo catalán han sido objeto de un mayor número de intervenciones que han permitido la recuperación de abundantes restos paleobotánicos. No obstante, y pese a esta limitación, el yacimiento Camino Fornons 3 es de notable relevancia, tanto por su diversidad y por la conservación de los registros,

así como por su potencial científico, para el conocimiento de la paleobotánica del Maastrichtiense en la Península Ibérica.

Referencias

- Brusatte, S.L., Butler, R.J., Barrett, P.M., Carrano, M.T., Evans, D.C., Lloyd, G.T., Mannion, P.D., Norell, M.A., Peppe, D.J., Upchurch, P., Williamson, T.E. (2015): The extinction of the dinosaurs. *Biological Reviews*, 90, 628–642.
- Labandeira, C.C., Wilf, P., Johnson, K.R., Marsh, F. (2007): Guía de tipos de daños por insectos (y otros) en fósiles de plantas comprimidos. Smithsonian Institution, National Museum of Natural History, Department of Paleobiology, Washington, D.C., 1–25.
- Li, R., Sun, B., Wang, H., He, Y., Yang, G., Yan, D., Lin, Z. (2014): *Marchantites huolinensis* sp. nov. (Marchantiales) – Una nueva hepática fósil con copas de gema del Cretácico Inferior de Mongolia Interior, China. *Cretaceous Research*, 50, 16–26.
- Marmi, J., Blanco, A., Fondevilla, V., Dalla Vecchia, F.M., Sellés, A.G., Vicente, A., Galobart, A. (2016): The Molí del Baró-1 site, a diverse fossil assemblage from the uppermost tMaastrichtian of the southern Pyrenees (north-eastern Iberia). *Cretaceous Research*, 57, 519–539.
- Marmi, J., Gomez, B., Martín-Closas, C., Villalba-Breva, S., Daviero-Gomez, V. (2014): Diversified fossil plant assemblages from the Maastrichtian in Isona (southeastern Pyrenees). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 206, 45–59.
- Martín-Closas, C., Gómez, B. (2004): Taphonomie des plantes et interpretations paléoécologiques. Une synthèse. Plant taphonomy and palaeoecological interpretations. A synthesis. *Geobios*, 37, 65–88.
- Martínez de Espronceda, P., Rodríguez-Barreiro, I., Pérez-Pueyo, M., Bádenas, B., Canudo, J.I., Puértolas-Pascual, E., Santos, A.A., Diez, J.B. (2023): Palynostratigraphical review of the K–Pg boundary from the Ibero-Armorican Island: New data from the Maastrichtian dinosaur outcrop Veracruz 1 (Pyrenees, NE Iberian Peninsula). *Cretaceous Research*, 154, 105757.
- Nichols, D.J., Johnson, K.R. (2008): *Plants and the K–T Boundary*. Cambridge University Press, Cambridge, 292 pp.
- Vajda, V., Bercovici, A. (2014): The global vegetation pattern across the Cretaceous–Paleogene mass extinction interval: A template for other extinction events. *Global and Planetary Change*, 122, 29–49.