

GEOLOGIA

Revisión paleoecológica y estudio de las biofacies de la cuenca carbonífera de Henarejos (Cuenca)

Por M. C. DIEGUEZ (*), J. TALENS (**) y F. FONOLLA (**)

RESUMEN

Se analiza la paleosucesión de agrupaciones vegetales fósiles de la cuenca carbonífera estefaniense de Henarejos (Cuenca), apoyándola en la sucesión litológica correspondiente. Estas definen claramente dos tipos de biofacies: una fluvial y otra lacustre. La evolución de la primera pasa gradualmente a la segunda mediante un lago de escasa extensión, que finalmente se convierte en una zona lacustre de gran tamaño, en la que la biomasa de higo y mesozona, permitió la formación de una gran capa de carbón. Más tarde, las condiciones geológicas hicieron revertir el paleobiotipo a las características fluviales iniciales.

Se citan por primera vez en esta localidad y en España: *Pinnularia capillacea* Lindley & Hutton y *Annularia asteris* Bell, siéndolo, también esta última especie, por primera vez en el Estefaniense.

SUMMARY

The paleosuccession of vegetal assemblages of the Carboniferous Coalfield of Henarejos (Cuenca) is analyzed, being supported in the corresponding lithological sequence. These are defined clearly in two types of biofacies: a fluvial and a lacustrine one. The evolution from one to another achieves gradually by a lake of limited extension, which finally is converted into a lacustrine zone of great size, in which the higo- and mesozone biomass, allow the formation of a great layer of coal. Later, geological conditions made the paleobiotipe to change to the original fluvial characteristics.

They are appointed for the first time in this location and in Spain: *Pinnularia capillacea* Lindley & Hutton and *Annularia asteris* Bell, being, also, this last specie, for the first time named in the Stephanian.

INTRODUCCION

Los antecedentes geológicos de la Cuenca carbonífera de Henarejos (Cuenca) han sido explicados de forma prolija en los trabajos realizados por FONOLLA, TALENS et al. (1972); MELÉNDEZ, TALENS et al. (1983), y WAGNER, TALENS y MELÉNDEZ (1983). En dichas publicaciones se incluyen, además, columnas estratigráficas detalladas, con la posición de los yacimientos, así como mapas y perfiles geológicos, que permiten la observación de sus características tanto en el tiempo como en el espacio.

(*) Museo Nacional de Ciencias Naturales del CSIC. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid. Teléf. 261 25 13.

(**) Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. Madrid.

MATERIAL Y METODOS

El material estudiado en el presente trabajo, es básicamente el mismo de los trabajos citados anteriormente, al que hay que añadir ejemplares de especies pertenecientes al grupo de las Calamitaceas. Entre éstos hemos podido constatar la presencia de: *Calamites* sp.; *Annularia asteris* Bell; *Pinnularia capillacea* Lindley & Hutton; especies que son citadas por primera vez en España y *Asterophyllites equisetiformis* (Schl.) Brongniart forma *typica* sensu Kidston & Jongmans. Asimismo, se han estudiado ejemplares correspondientes a lo que pensamos pudiera constituir una nueva forma de *Asterophyllites equisetiformis* (Schl.) Brgt. y a una nueva especie de *Asterophyllites* Brongniart.

Existen distintos puntos de partida para la re-

visión paleoecológica y la posible reconstrucción del medio donde se efectuó la sedimentación, de entre ellos hemos tenido en cuenta: el estudio de KNIGHT (1974), sobre el yacimiento de Sabero (León), en el que se recogen las agrupaciones vegetales descritas por HAVLENA, ampliando el contenido de éstas, describiendo una flora formadora de carbón (Flöznah), en la que las especies de Pteridospermales predominan sobre las de Filicales y otra asociada a rocas arenosas (Flözfern), en la que, por el contrario, las especies de Filicales son más abundantes.

Nos basamos, fundamentalmente, en la interpretación esquemática de la distribución de la flora en facies sedimentarias dada por PEPPERS & PFEFFERKORN (1970), que ha sido utilizada como modelo de trabajo con resultados positivos, aún cuando las bases de algunas interpretaciones ecológicas, como áreas de pantano secas (Dry swamp) y áreas de pantano húmedas (Wet swamp), sean inciertas,

En el caso de llanuras de desbordamiento (Flood-plains), se ha intentado utilizar la zonación explicada por KRASILOV (1975), tanto en el sentido longitudinal, como en el transversal, recogiendo los conceptos de xerozona, mesozona e higozona.

REVISION PALEOECOLOGICA

CORTÁZAR (1875) da la siguiente lista de especies encontradas: *Neuropteris acutifoliosus*; *Pecopteris miltoni*; *Calamites cannaeformis*; *Calamites suckowi* y *Calamocladus longifolius*.

Desde el punto de vista taxonómico, debemos precisar que *Calamites cannaeformis* Brgt. es sinonimia p. p. de *C. suckowi* Brgt., de *C. cisti* Brgt. y de *C. undulatus* Stern., mientras que *Calamocladus longifolius* lo es de *Asterophyllites longifolius* Sternberg. Estas especies se encuentran en yacimientos cuya distribución estratigráfica va desde el Westfaliense al Pérmico.

Aunque el número de especies es muy reducido, sobre todo en el caso de las Pteridospermales y Filicíneas, el conjunto de ambas con las Calamitales nos induce a pensar en un medio de diques o llanuras de inundación (Levees, flood-plains).

La lista de macroflora dada por RUIZ FALCÓ y MADARIAGA ROJO (1941), fue comentada ya, desde

el punto de vista estratigráfico, por WAGNER, TALENS y MELÉNDEZ (1983, pág. 387). En ella encontramos tan sólo una especie perteneciente a las Pteridospermales: *Alethopteris aquilina*, un taxón perteneciente a las Filicíneas (*Pecopteris* sp.), y dos a las Licopodíneas (*Sigillaria* sp. y *Lepidodendron* sp.). Este conjunto no tipificado es de difícil interpretación, dado que Licopodíneas y Pteridospermales nos indican facies sedimentarias distintas, en tanto que las Filicíneas, por encontrarse en cualquiera de estas facies, con excepción de las tierras de nivel elevado, no nos permiten inclinarnos por un tipo determinado, ofreciendo la posibilidad tanto de una llanura de inundación como de la parte húmeda de un pantano (Wet swamp), aunque falten las Articuladas.

Un problema parecido presenta el listado de JONGMANS (1951), en el que se citan cuatro especies de Pteridospermales (*Neuropteris* cf. *planchari* Zeiller, *Odontopteris genuina* Grand'Eury, *Pecopteridium devillei* Bertrand=*Callipteridium devillei*, *Alethopteris* cf. *costei* Zeiller); entre las Filicíneas, tres especies del género *Pecopteris* (*P.* cf. *unita* Brgt., *P.* cf. *polymorpha* Brgt. y *P. arborescens* (Schl.) Brgt.); tres especies de Articuladas (*Sphenophyllum oblongifolium* (Germar & Kaulfuss) Unger, *Annularia stellata* (Schl.) Wood y *Equisetites zaeformis* (Schl.) Andrae), y una especie perteneciente a las Cordaitales (*Cordaites lingulatus* Grand'Eury). Posteriormente se añadió a esta lista otra especie de las Pteridospermales: *Alethopteris costei*.

Nos encontramos, por tanto, con elementos como las Cordaitales, que se hallan tanto en relieves altos (Uplands), como en zonas húmedas pantanosas (Wet swamp); sin embargo, la agrupación de Pteridospermales con Filicíneas y Articuladas nos indica claramente un dique o una llanura de inundación, lo que nos llevaría a considerar como hipoautóctona a la especie *Cordaites lingulatus* Grand'Eury.

MELÉNDEZ, TALENS et al. (1983) en la localidad marcada como Hc-26 y a la que atribuyen una edad Estefaniense B-C, indican la presencia tan sólo de una especie de los siguientes géneros de Pteridospermales: *Callipteridium*, *Alethopteris* y *Pecopteris*, predominando el grupo de las Filicíneas con una especie del género *Sphenopteris*, ocho del género *Pecopteris* y una perteneciente al género *Lobatopteris*. De Lycopodiales, así como de Calamitales, citan tres especies.

Dadas las características de la anterior relación, con la presencia de Lycopodíneas podríamos interpretarlo como la parte seca de un pantano (Dry swamp), aunque, por otro lado, el hecho de encontrar Pteridospermales induce a considerarlo como una llanura de inundación (Flood-plain).

En la localidad Hc-39 sólo se encuentra *Pecopteris arborescens* (Schl.) Brgt., con lo que la interpretación paleoecológica, según el modelo usado, sería imposible, pero los autores especifican, en la columna estratigráfica, la existencia de un paleocauce.

En la localidad H-19 domina, netamente, el grupo de las Lycopodíneas con cuatro especies: *Sigillaria brardi* Brgt.; *Lepidodendron aculeatum* Lesq.; *L. acutatum* Strbg., y *Stigmaria ficoides* Brgt.; existen, además, una especie de Pteridospermales: *Perispermum pachytestum* Lesq., y una de Filicíneas: *Pecopteris unita* Brgt. El hecho del claro dominio de las Lycopodíneas, nos indica, de forma segura, una facies sedimentaria pantanosa o lagunar.

La localidad He-4, cuya flora es la más baja, dentro de la serie estratigráfica, se distingue por el dominio de las Pteridospermales, de las que se presentan cuatro especies: *Neuropteris auriculata* Brgt., *N. gallica* Zeiller, *N. ovata* Hoffman, *N. grandeuryi* Wagner, sobre las Filicíneas, de las que sólo se halla la especie *Pecopteris candolleana* Brgt. El hallazgo de estas especies hace que los autores asignen a esta localidad una edad de transición entre Westfaliense D-Estefaniense, e incluso Estefaniense A. Hay que añadir las especies de Calamitaceas que citábamos al comienzo de este trabajo, resaltando el hecho de que *A. asteris* Bell es la primera vez que se cita en el Estefaniense A.

Esta agrupación de Filicíneas, aún cuando sólo esté presente una especie, con Pteridospermales y Articuladas, es la indicada como típica de diques y llanuras de inundación, dato que se ve corroborado por la existencia a muro de un paleocauce, a continuación del cual encontramos conglomerados y una alternancia de lutitas arenosas, areniscas y cuarcitas y tramos carbonosos, que nos indicarían la presencia de un río con brazos anastomosados.

Al analizar los listados de WAGNER, TALENS y MELÉNDEZ (1983) encontramos que en la localidad 3093-JT, equivalente a la unión de las localidades

He-26 y He-19 de MELÉNDEZ, TALENS et al. (1983), se pone de manifiesto la existencia de Pteridospermales, Filicíneas, Articuladas, Lycopodíneas y Cordaitales, que nos indicaría una zona de depósito, cerca del nivel de base, próximo a la zona de descarga aluvial, donde se acumularían representantes de grupos taxonómicos típicos de distintas facies sedimentarias.

En la localidad 3575 es claro el predominio de las Filicíneas con nueve taxones: *Dicksonites leptophylla* Doubinger, *Sphenopteris* sp., *Sph. castelli* Zeiller, *Alloilopteris angustissima* (Strb.) Stockmans & Williere, *Nemejcopteris feminaeformis* (Schl.) Baethel, *Lobatopteris corsini* Wagner, *Pecopteris* cf. *paleacea* Zeiller, *P. unita* Brgt.; sobre las Articuladas, de las que se enumeran: *Sphenophyllum thoni* var. *minor* Sterzel, *Sph. oblongifolium* (Germar & Kaulfuss) Unger y *Asterophyllites equisetiformis* (Schl.) Brongniart.

Este conjunto vegetal plantea dudas sobre su asignación a la parte seca de un pantano o a un dique o llanura de inundación.

En el análisis palinológico de la localidad He-26 no se han realizado porcentajes, pero se observa la presencia, entre otros tipos de esporas, de *Laevigatosporites perminutus*, con posible afinidad con el grupo de las Articuladas, y de la que dada su densidad debemos considerar autóctona, al igual que las especies de *Punctatosporites* con posible afinidad con las Medullosaceas. Hay, también, esporas semidensas y ornamentadas como *Verrucosporites*, cuya afinidad es con el grupo de las Marattiales. Esta agrupación, que indica diques o llanuras de inundación, está en concordancia con los resultados obtenidos del estudio de la macroflora, y resuelve las dudas que nos planteaba dicha localidad.

EL AMBIENTE SEDIMENTARIO

La reconstrucción paleoambiental de algunos yacimientos españoles ha sido realizada últimamente por diversos autores: KNIGHT (1974), en Saboro; ROLDÁN (1983), en la cuenca de Valdeinfierno; WALLIS (1983), en la de Puertollano; SÁNCHEZ DE LA TORRE et al. (1983), en la Cordillera Cantábrica; GISBERT (1983), en el Pérmico de los Pirineos españoles; WAGNER (1983), en la descripción de los yacimientos de la Península Ibérica hace, asimismo, un estudio paleogeográfico de éstos.

Son mínimos, sin embargo, los intentos de reconstrucción paleoambiental y estudio de las paleosucesiones uniendo los datos obtenidos del estudio litológico, con los del estudio de la macroflora, dándose escasa importancia a las biofacies.

La sucesión de Henarejos (sic. MELÉNDEZ et al., 1983), presenta a muro un conglomerado polimítico formado por cantos rodados de tamaño muy variable y de marcado carácter continental. Existen en ella varios tramos sucesivos, ciclotemas, con un conglomerado a muro, y en cada uno de los cuales se ha formado capa de carbón, si bien sólo la formada en la localidad He-26 está bien desarrollada, siendo las restantes simples «carboneros» o lutitas carbonosas asociados en algunos casos, localidades He-4, He-19 y He-39, con niveles que contienen plantas fósiles.

La localidad He-4 está constituida a muro por conglomerados polimíticos de bloques y cantos rodados y a techo existe una alternancia de lutitas arenosas, areniscas y cuarcitas y tramos carbonosos.

La macroflora encontrada presenta un predominio de las Pteridospermales y Calamitaceas, correspondiente a una agrupación vegetal arbustiva perteneciente a una mesozona.

Estos datos nos indican una facies de llanura de inundación con frecuentes cambios de nivel y la subsiguiente exposición al aire, que sería colonizada por las plantas en época de estiaje.

La localidad He-39 presenta a muro una alternancia de lutitas arenosas areniscas y cuarcitas y a techo la existencia de un paleocauce con conglomerados.

Sólo se han encontrado restos de una especie de Filicíneas, lo que nos indicaría una mesozona. Estos restos vegetales, restos flotados, podrían haber sido depositados por la corriente en un lago somero. Nos encontramos ante una agrupación Flözfern.

El estudio litológico de la localidad He-19 da como resultado la presencia de carboneros alternando con areniscas y cuarcitas micáceas.

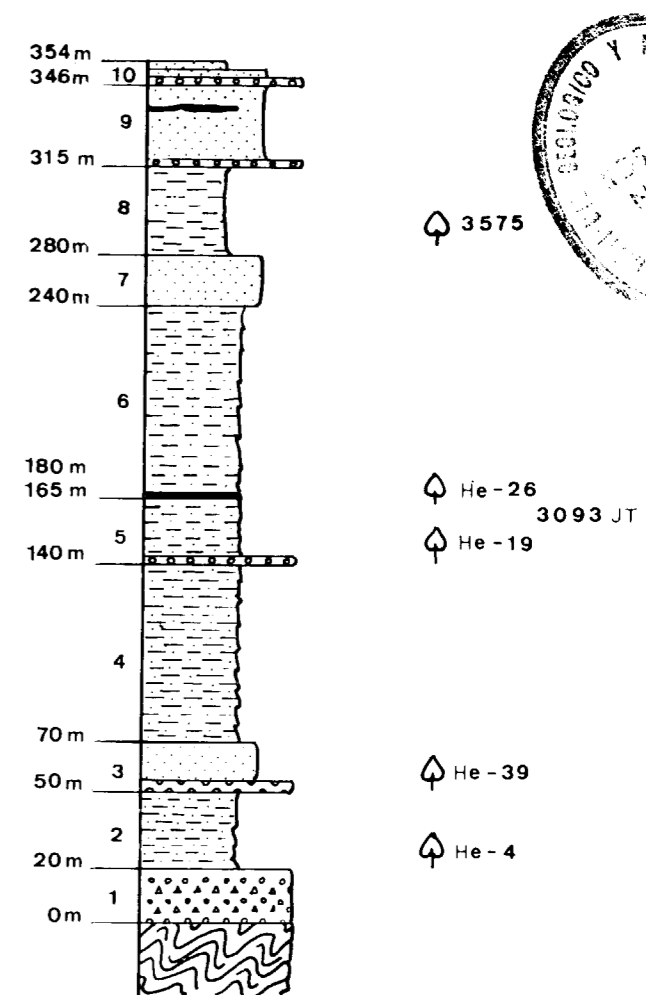
La agrupación vegetal es del tipo vegetación silvática pantanosa (Swamp forest vegetation), formadora de carbón (Flöznah), con claro dominio de las Lycopodíneas que nos indican una hgrozona.

Se trataría, por tanto, de una facies fluvial-pantanosa.

En la localidad He-26, cuyo muro está formado por carboneros, alternando con areniscas cuarzosas y a techo areniscas y pizarras alternando con carboneros, destaca como característica fundamental la capa de carbón, cuyo espesor medio es de 1,60 m.

La agrupación vegetal, cuya biomasa debía ser importante dado el espesor de la capa de carbón, es de tipo arbustivo (woody-shrub vegetation, sic. Oshurkova) y formadora de carbón (Flöznah), colonizando hgro y mesozona.

Por último, la localidad 3575, perteneciente al mismo ciclo sedimentario que la anterior, se pre-



Columna estratigráfica de síntesis, sic. WAGNER, TALENS y MELÉNDEZ (1983), con la situación de las localidades.

sentan lutitas micáceas con horizontes carbonosos teniendo a muro areniscas y a techo conglomerados.

En la macroflora estudiada existe un claro predominio de las Filicales sobre las Calamitales y Sphenophyllales, tratándose de una agrupación vegetal arbustiva, propia de una mesozona y no formadora de carbón (Flözfern).

CONCLUSIONES

En resumen, podemos decir que la sucesión se inicia con un claro predominio de litologías y agrupaciones vegetales de tipo eminentemente continental. Esta situación se altera, con posterioridad, iniciándose, muy cerca del nivel de base local, una agrupación vegetal y una litología que indica una facies pantanoso-fluvial. La capa de carbón con sus esporas, agrupación vegetal y litología nos indica claramente la existencia de una facies lacustre de gran extensión relativa. Posteriormente se vuelve a las condiciones primitivas de agrupaciones arbustivas de facies fluvial.

BIBLIOGRAFIA

- CORTÁZAR, D.: *La cuenca carbonifera de Henarejos (Cuenca)*. Bol. Mapa Geol. de España, t. X (1883).
- DABER, R.: *Pflanzengeographische Besonderheiten der Karbonflora des Zwicau-Luganer steinkohlenvieres*, Beih. Geol. Jb., 13, 1-95 (1955).
- DRAGUERT, K.: *Pflanzensoziologische untersuchungen in den Mittleren Essener Schichten des nördlichen Ruhrgebietes*. Forsch. Ber. Landes. N Rhein-Westf., 1363, 1-295 (1964).
- FONOLLA, F.; GOY, A.; MENÉNDEZ, F.; ROBLES, F., y TALENS, J.: *Hoja núm. 665 Mira, MAGNA*. Inst. Geológico y Minero de España, 1972.
- FRENKEL, R. E. & HARRISON, C. M.: *An assessment of the usefulness of phytosociological and numerical classification methods for the Community biogeographer*. Jour. Biogeogr., 1, 27-56 (1974).
- GISBERT AGUILAR, J.: *El pérmico de los Pirineos catalanes*, in: MARTÍNEZ DÍAZ, C. (Coord.) *Carbonífero y Pérmico de España*. X Cong. Int. Estrat. Geol. Carb., 405-420 (1983).
- HABIB, D. & GRÖTH, P. K. H.: *Paleoecology of migrating Carboniferous peat environments*. Palaeogeog. Palaeoclimat. Palaeocol., 1, 27-56 (1967).
- HAVLENA, V.: *Einige bemerkungen zur phytogeographie und geobotanik des Karbons und Perms*. C. R. 6 Congr. Int. Strat. Geol. Carb. Sheffield, 3, 901-912 (1970).
- KNIGHT, J. A.: *The Stephanian A-B Flora and Stratigraphy of the Sabero Coalfield (León, NW Spain)*. C. R. 7 Congr. Int. Strat. Geol. Carb. Krefeld, 1971, 283-306 (1974).
- KRASSILOV, V. A.: *Types of palaeofloristic successions and their causes*. Paleont. J., 3, 291-308 (1969).
- KRASSILOV, V. A.: *The Paleocology of Terrestrial Plants. (Basic Principles and Methods)*. J. Wiley & Sons, New York, 1-283 (1975).
- MELÉNDEZ, B.; TALENS, J.; FONOLLA, F., & ALVAREZ RAMIS, C.: *Las cuencas carboníferas del Sector central de la Cordillera Ibérica*, in: MARTÍNEZ DÍAZ (Coord.) *Carbonífero y Pérmico de España*. X Congr. Int. Estrat. Geol. Carb. Madrid, 209-220 (1983).
- PEPPERS, R. H. & PFEFFERKORN, H. W.: *A comparison of the floras of the Colchester (NO. 2) coal and Francis Creek shale*, in: SMITH, W. H. et al.: *Depositional environments in parts of the Carboniferous Formation-Western and Northern Illinois*. Illinois State Geol. Survey, Guide Ser., 8, 61-74 (1970).
- PHILLIPS, T. L. & DIMICHELE, W. A.: *Paleoecology of Middle Pennsylvanian age coal swamps in Southern Illinois-Herrin Coal member at Sahara mine NO. 6*, in: NIKLAS, K. J.: *Paleobotany, Paleocology and Evolution*. Vol. I, Praeger, New York, 230-284 (1981).
- ROLDÁN, F. J.: *La cuenca Tournaisiense de Valdeinfierno, interpretación tectónica y paleoambiental (Córdoba, España)*, in: LEMOS DE SOUSA, M. J. (Ed.): *Contributions to the Carboniferous Geology and Paleontology of the Iberian Peninsula*. Univ. Porto, Fac. Ciencias, 41-50 (1983).
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.; AGUEDA VILLAR, J. A.; COLMENERO NAVARRO, J. R.; GARCÍA RAMOS, J. C., y GONZÁLEZ LASTRA, J.: *Evolución sedimentaria y paleogeográfica del Carbonífero en la Cordillera Cantábrica*, in: MARTÍNEZ DÍAZ: *Carbonífero y Pérmico de España*. X Congr. Int. Estrat. Geol. Carb. Madrid, 133-162 (1983).
- WAGNER, R. H.: *The Paleogeographical and age relationships of the Portuguese Carboniferous floras with those of other parts of the Western Iberian Peninsula*, in: LEMOS DE SOUSA, M. J. & OLIVEIRA, J. T. (Ed.): *The Carboniferous of Portugal*. Mem. Serv. Geol. Portugal, 29, 153-177 (1983).
- WAGNER, R. H.; TALENS, J., y MELÉNDEZ, B.: *Macroflora del Carbonífero superior de Henarejos (Provincia de Cuenca, Cordillera Ibérica)*. X Congr. Int. Estrat. Geol. Carb. Madrid, 387-392 (1983).
- WALLIS, R. J.: *A lacustrine/deltaic/fluvial/swamp succession from the Stephanian B of Puertollano (Spain)*, in: LEMOS DE SOUSA, M. J. (Ed.): *Contributions to the Carboniferous Geology and Paleontology of the Iberian Peninsula*. Univ. Porto, Fac. Ciencias, 52-67 (1983).

Recibido: Noviembre 1985.