HISTORIA DEL ESTUDIO MODERNO DE LAS FLORAS CARBONÍFERAS Y PÉRMICAS DE IBERIA Y SU POSICIÓN PALEOGEOGRÁFICA

ROBERTO H. WAGNER[1] | JARDÍN BOTÁNICO DE CÓRDOBA

Resumen

Se comenta de forma escueta el estudio moderno de las floras carboníferas y del Pérmico inferior en España y Portugal, recogiendo en un cuadro estratigráfico la situación geográfica de las floras señaladas. Se hace hincapié en su posición paleogeográfica en función de los terrenos cuyo ensamblaje ha producido el Macizo Ibérico a finales del Carbonífero.

Palabras clave: Paleobotánica, Misisípico, Pensilvánico, Pérmico, terrenos, Macizo Ibérico.

Abstract

A history of palaeobotanical research with regard to Carboniferous and lower Permian floras in Spain and Portugal is followed by a brief discussion on the stratigraphic position and geographic location of these floras. Their palaeogeographic position is discussed in relation to the different terranes which constitute the Iberian Massif, a late Carboniferous assembly.

Key words: Palaeobotany, Mississippian, Pennsylvanian, Permian, terranes, Iberian Massif.

Historial

El estudio moderno de las floras carboníferas de España arranca con las investigaciones de W. J. Jongmans, cuya nota de 1951 resume los conocimien-

[1] Jardín Botánico de Córdoba. Avenida de Linneo, s/n. E-14004 Córdoba. España. C/e: cr1wagro@uco.es

tos de la época además de dar los resultados preliminares de un viaje de reconocimiento por los yacimientos principales de flora carbonífera. El viaje de Jongmans, que se realizó en 1947, se motivó en primer lugar por el interés que tenía este investigador holandés en explorar áreas al sur del norte de Europa, con la idea de buscar los trópicos de la época carbonífera hullera, lo cual le llevó primero a España y después al norte de África. No deja de ser irónico que este afán le llevara a cruzar el paleoecuador en Francia, para situarse en España prácticamente en la misma paleolatitud que acababa de dejar en el norte de Francia, Bélgica y Holanda, aunque ya en otro paleohemisferio. Aunque Jongmans conocía la teoría de Wegener acerca de la deriva de los continentes, precursora de la tectónica de placas, partía de la creencia de que las grandes acumulaciones de materia vegetal que se convirtieron en capas de carbón solamente podrían efectuarse en áreas de clima templado, con lo cual quedaría descartada la idea de que los grandes depósitos de carbón de Europa y Norteamérica pudieran haberse generado en los trópicos (tal como se admite unánimemente hoy día).

Mientras que la curiosidad científica le motivaba para investigar las floras carboníferas de España, la oportunidad de hacerlo se la brindó el ingeniero de minas asturiano Ignacio Patac, profesor de la escuela de capataces de minas de Mieres, y uno de los pioneros de la investigación carbonífera en el noroeste de España. Patac se había enzarzado en una polémica con el también ingeniero de minas Luis de Adaro, quien discrepaba en la datación por flora fósil del yacimiento oculto de La Camocha, cerca de Gijón. Patac había sido el impulsor de la exploración llevada a cabo por los hermanos Felgueroso que habían hecho los sondeos precisos para encontrar este yacimiento hullero. La teoría de Patac era que este yacimiento pertenecía a lo que él llamaba el Uraliense asturiano, es decir el Estefaniense de la escala estratigráfica de Europa occidental. Adaro tenía razones tectónicas para mantener un criterio muy diferente, atribuyendo La Camocha al «Hullero inferior», es decir un Westfaliense bajo. PATAC (1933) había determinado una serie de fósiles vegetales de La Camocha como flora estefaniense y estaba ansioso de que una autoridad mundial como Jongmans se lo confirmara; por tanto, movió todos los hilos para conseguir el dinero que permitiera a Jongmans viajar a Asturias y recoger las muestras precisas de flora fósil en La Camocha. Jongmans ya estaba jubilado y tenía tiempo y ganas para hacer el viaje que se realizó en 1947, en una época todavía difícil por el aislamiento político de España después de finalizar la Segunda Guerra Mundial en 1945.

Efectivamente, Jongmans fue llevado a la mina de La Camocha donde recogió muestras de flora fósil en la escombrera; las suficientes para comprobar que las determinaciones de Patac eran erróneas y que Adaro tenía razón en considerar el yacimiento de La Camocha como perteneciente al Westfaliense inferior.

Esta conclusión no fue aceptada por Patac y las investigaciones de Jongmans en España hubieran terminado ahí mismo si no hubiera conectado con el catedrático de Paleontología de la Universidad Central (Madrid), Bermudo Meléndez, quien interesó al Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el potencial de las investigaciones de Jongmans y que, durante varios años, organizó sus viajes a lo largo y ancho del territorio español para intentar datar los distintos yacimientos carboníferos, primeramente en la Cuenca Central Asturiana, y después en León y Palencia, Sierra Morena, Ciudad Real y Cuenca, para terminar en el Pirineo Catalán. Toda esta actividad dio lugar a una serie de publicaciones, en parte con la colaboración de Meléndez, y poco a poco se iban colocando las piezas para insertar las floras carboníferas españolas en su contexto europeo. Anteriormente se había publicado bien poco sobre las floras carboníferas de España y los datos consignados eran casi siempre de difícil comprobación, tratándose generalmente de listas generadas por ingenieros de minas y naturalistas no especializados, con honrosas excepciones, entre las que se encuentra en primer lugar el trabajo de Grand'Eury (1877), que citó flora carbonífera de varios lugares de España donde trabajaron ingenieros franceses. Merece también mención especial el trabajo de los ingenieros de minas Ruiz Falcó y Madariaga Rojo (1931-1933), que se habían entregado a una documentación sistemática de la flora carbonífera española que verdaderamente valía la pena, pero cuyos esfuerzos se vieron truncados por la Guerra Civil de 1936 a 1939. Luego, las investigaciones geológicas llevadas a cabo por los alemanes con motivo de los acuerdos entre el gobierno de Hitler y el régimen de Franco generaron datos que incluyeron listas facilitadas por el paleobotánico Walther Gothan a W. Simon (1943, 1950) y un trabajo ilustrado de Hartung (1941), de interés innegable, aunque puntuales. La falta relativa de información paleobotánica en España contrastaba con la abundante documentación publicada en Portugal sobre la flora carbonífera, sobre todo por el catedrático Carlos Teixeira, desde 1936 hasta 1956, con aportaciones más esporádicas posteriormente. El trabajo más citado de Teixeira era su tesis doctoral, de 1944 (publicado en 1945).

La colaboración fructífera entre W. J. Jongmans y B. Meléndez, empezada en 1947, terminó con la muerte de Jongmans, a los 79 años, en 1957 (ver la biografía de Jongmans por Wagner y Van Amerom, 1995). De hecho, Jongmans dejó sin publicar colecciones importantes de fósiles vegetales, sobre todo de La Camocha y de Riosa (ambas en Asturias), correspondientes a una campaña exhaustiva realizada en 1952. Sin embargo, los alumnos de ambos continuaron la labor, empezando por R. H. Wagner, desde 1950, y continuando sucesivamente por M. C. Bonet, J. Talens, C. Álvarez Ramis, y, en una segunda generación, J. A. Knight, E. Iwaniw, M. C. Diéguez, C. Álvarez-Vázquez y M. P. Castro. Destacar las publicaciones de J. A. Knight sobre la cuenca minera de Sabero

(León) (v. KNIGHT, 1983-1985). Las universidades implicadas son las de Sheffield, Madrid y Oviedo, además del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid) y el Centro Paleobotánico del Jardín Botánico de Córdoba, que incluye el único Museo de Paleobotánica de España. Indirectamente, también estarían implicados los estudios de P. Lorenzo, que arrancaron de un contacto directo con R. H. Wagner en la cuenca minera de Ciñera-Matallana (León), y que se desarrollaron de modo independiente en la Universidad de Oviedo. Una conexión más remota tienen las investigaciones paleobotánicas de los belgas F. Stockmans e Y. Willière del Institut Royal des Sciences naturelles (Bruselas). De hecho, Y. Willière ya empezó a interesarse por las floras carboníferas de España en un viaje a Barcelona en 1950, donde dejó constancia de su paso al etiquetar algunos ejemplares de la flora de Ogassa-Surroca (Girona). Los dos fueron invitados posteriormente por el Prof. De Sitter, de la Universidad de Leiden, a visitar localidades fosilíferas del Carbonífero de la Cordillera Cantábrica. Como fuera que el Prof. De Sitter vino a estudiar la geología del flanco sur de la Cordillera Cantábrica por mediación del Prof. Meléndez a través del Prof. Jongmans, utilizando como nexo común al alumno de ambos, R. H. Wagner, había una conexión indirecta. Otro holandés, H. W. J. van Amerom, que vino como alumno de la Universidad de Leiden, contribuyó después al conocimiento de las floras paleozoicas españolas desde el Servicio Geológico de los Países Bajos en Heerlen, la sede antigua de Jongmans, y más adelante desde el Servicio Geológico de Renania-Westfalia, en Alemania.

Por tanto, se puede decir que la gesta de Jongmans y Meléndez ha tenido consecuencias de largo alcance.

Ya sin ninguna relación con la obra de Jongmans y de fecha algo más reciente se hicieron las investigaciones de varios autores franceses, que procedían de tres centros universitarios diferentes: Lille, Estrasburgo y París, además del Servicio Geológico de Francia (el BRGM). Aunque formando parte de un colectivo pequeño que se relacionaba sin problema, los tres centros mencionados han actuado de forma independiente. Los paleobotánicos de la Universidad de Lille vinieron de la mano de Charles Greber, del Bureau de Recherches Géologiques et Minières, y que formaba parte de un equipo especializado en Carbonífero que el gobierno francés ofreció para asesorar a los ingenieros de la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, a partir del gran proyecto de un estudio geológico-minero de la Cuenca Central Asturiana. Se trataba, por aquel entonces, de la cuenca carbonífera más importante de España, y de la cual se tenía un conocimiento geológico anticuado que se limitaba prácticamente a la recopilación de datos mineros por ADARO Y MAGRO (1926). Uno de los temas tratados fue el estudio de la flora de la Cuenca Central, de edad westfaliense, publicándose un trabajo de síntesis por CARIDE, GREBER y ORTUÑO (1973) en el VII Congreso internacional de Estratigrafía y Geología del

Carbonífero, celebrado en Krefeld, Alemania, en 1971. Desgraciadamente, el material recogido para este trabajo, de gran interés, se perdió posteriormente al no ofrecer seguridad el almacén donde se guardaba. Luego, todavía en la década de 1970, los ingenieros de ENADIMSA pidieron la colaboración de J. P. Laveine, de la Universidad de Lille, para estudiar la flora de la Cuenca Central Asturiana, una colaboración que se intensificó notablemente con motivo del X Congreso del Carbonífero que se celebró en Madrid en 1983. Para los distintos trabajos sobre la Cuenca Central que se publicaron con motivo de este Congreso, entraron también C. Brousmiche y R. Coquel, del equipo de Laveine. Una alumna de Laveine, S. Beckary, estudió, también por estas fechas, la única flora permineralizada del Carbonífero español, procedente de Truébano (León) (Beckary, 1987), un yacimiento dado a conocer por Gómez de Llarena y Rodríguez Arango (1947). A finales de la década de 1980, J. P. Laveine contribuyó al estudio de la flora tournaisiense en Sierra Morena, donde colaboró con M. Robardet, de la Universidad de Rennes, para una investigación estratigráfica (Robardet *et al.*, 1986). A partir de 1989, C. Brousmiche y R. Coquel colaboraron con R. H. Wagner, con base en el Jardín Botánico de Córdoba, sobre el yacimiento excepcional de Puertollano (Ciudad Real), de edad Estefaniense C (=Autuniense inferior). Se trata en este caso de plantas fósiles sepultadas por cenizas volcánicas (una Pompeya paleobotánica) con momificaciones y permineralizaciones parciales (Brousmiche *et al.*, 1992, 1995). R. Coquel también se prestó a estudios palinológicos de Sierra Morena, publicándose una nota de Wagner, Coquel y Broutin (1983) sobre floras misisípicas. Desgraciadamente, quedó en el tintero una obra más importante sobre los palinomorfos del Westfaliense inferior de Peñarroya (Córdoba). El fallecimiento de Coquel en 2003 nos privó de un estudio acabado que prometía ser interesante por las características especiales de la cuenca de Peñarroya, muy estrecha y con bordes activos que dieron lugar a un alto porcentaje de esporas retrabajadas. R. Coquel, en colaboración con F. Pérez-Lorente (1987), también publicó sobre el Westfaliense D de la Sierra de la Demanda, donde faltaban todavía registros con ilustraciones.

En la misma Sierra Morena, a partir de 1973, se situaron los estudios paleobotánicos de J. Broutin, que vino a raíz de una recogida preliminar por parte de E. Boureau, de la Université Pierre et Marie Curie en París. Aunque la investigación de J. Broutin se centró en un principio sobre las cuencas de Guadalcanal y Valdeviar, del Pérmico inferior (Autuniense) de la Sierra Norte de Sevilla, se extendió después al Pirineo oriental y a Aragón (provincia de Zaragoza). Broutin (1986) abordó las cuestiones climáticas y especuló sobre las migraciones de flora a finales del Pensilvánico.

Con procedencia del Bierzo (León) y de Villanueva (Sevilla) aparecen ilustraciones de *Odontopteris brardii* Brongniart en los libros de Remy y Remy

(1959, 1977). Se trataría de ejemplares recogidos por los alumnos de F. Lotze, de Münster, Alemania. El ejemplar figurado con procedencia «Villenuva» (Villanueva del Río y Minas) con toda seguridad no procede de esta localidad, aunque quizá de la cercana cuenca autuniense del Río Viar (Sevilla). Remy y Remy (1975) también describieron una licópsida de Puertollano sobre un material fragmentario recogido por K. Redlin, un alumno de Franz Lotze. Estudios posteriores sobre ejemplares más completos han permitido corregir las reconstrucciones propuestas por los esposos Remy.

De parte de la Universidad Complutense de Madrid, y a partir de un trabajo de Sopeña *et al.* (1974), se pidió la colaboración de J. Doubinger, de la Universidad de Estrasburgo. Ella ya había establecido una colaboración particular con C. Álvarez Ramis sobre elementos de las floras estefanienses de España y Francia. Posteriormente, intervino también en trabajos paleobotánicos en el Pirineo (por ejemplo Doubinger, Robert y Broutin, 1978).

Así pues, se internacionalizó poco a poco el estudio moderno de la flora paleozoica en España, eclipsando en cierto modo a los estudios paleobotánicos del vecino Portugal que se hicieron más esporádicos en cuanto a flora carbonífera desde mediados de la década de 1950, cuando Carlos Teixeira empezó a dedicarse preferentemente a floras mesozoicas y terciarias. Sin embargo, se dio un nuevo impulso al estudio de las floras carboníferas portuguesas con las revisiones publicadas por M. J. Lemos de Sousa y R. H. Wagner en los años ochenta (v. Wagner y Lemos de Sousa, 1983).

Conocimientos actuales

Los trabajos de los últimos 50 años, pues, han logrado revelar un registro bastante completo de floras carboníferas y del Pérmico inferior en la península Ibérica. Sobre todo el Estefaniense, la parte más alta del Carbonífero pensilvánico, ha proporcionado una sucesión de floras que puede calificarse como la más completa del mundo, y que sirve de patrón en el sentido bioestratigráfico, siendo el Estefaniense del noroeste de España más completo que el Estefaniense clásico del Macizo Central francés. Las floras misisípicas son más esporádicas, al igual que ocurre en otras partes de Europa. Se encuentran exclusivamente en Sierra Morena, con registros del Tournaisiense y del Namuriense inferior, además de unos pocos –bastante pobres– del Viseense. Las floras pensilvánicas están mucho mejor representadas, sobre todo a partir del Westfaliense, no habiendo ningún registro conocido del Namuriense medio y muy pocos del Namuriense superior, que se limitan a unos pocos ejemplares procedentes de dos lugares de la Cordillera Cantábrica, y citas de la provincia de Huesca, en los Pirineos (sin embargo, al otro lado de la frontera, en el

Cuadro I. En el que se señalan los distintos yacimientos de flora en España y Portugal según su posición estratigráfica.

	Pisos/Series	Cuencas/localidades
P E.	Pérmico inferior *sensu lato*	Peña Sagra (Cantabria)
	Pérmico inferior (Autuniense medio)	Cueli (Asturias); Fombuena, Pirineo leridano (Baró), Guadalcanal, Valdeviar
P E N S I L V Á N I C O	Estefaniense C (Autuniense inferior)	Puertollano, Buçaco, Arnao, San Tirso, Sotres, Ogassa-Surroca
	Estefaniense B *sensu* St. Étienne	La Magdalena, Villablino, Tineo, Cangas de Narcea, Carballo, Arenas de Cabrales, Tormaleo, El Bierzo, Douro, Pirineo leridano (Malpás), Henarejos (Cuenca)
	Estefaniense B *sensu* Carmaux	Sabero, Ciñera-Matallana
	Barrueliense	Barruelo, Sabero, Valdeón
	Cantabriense	Guardo, La Pernía, Tejerina
	Westfaliense D («Asturiense»)	Cuenca Central Asturiana (Aller/Nalón, Riosa/Olloniego) Guardo, La Pernía, Gamonedo, Ervedosa, Santa Susana, Pirineo leridano (Aguiró), Sierra de la Demanda
	Bolsoviense (ex Westfaliense C)	Riosa/Olloniego, Mina Inés (León), Sierra de la Demanda, Serra de Bougado
	Duckmantiense (ex Westfaliense B)	Peñarroya-Belmez-Espiel, Curavacas, San Pedro (Badajoz)
	Langsettiense (ex Westfaliense A)	La Camocha, Quirós, Teverga, Monte Naranco, Dobres, Curavacas, Villanueva del Río y Minas, Peñarroya-Belmez-Espiel
	Namuriense medio y superior	Pirineos (Huesca, Béarnais), La Camocha
M I S.	Namuriense inferior (Serpujoviense)	Guadiato, Guadalmez
	Viséense	Benajarafe, Berlanga, Casas de Reina, Los Santos de Maimona, Bienvenidas
	Tournaisiense	Cerrón del Hornillo (Sevilla), Valdeinfierno, San Vitero

Pirineo *béarnais*, hay registros más importantes publicados por DELVOLVÉ y LAVEINE, 1985). Las floras del Langsettiense (Westfaliense inferior) ya tienen una representación bastante completa, sobre todo de la cuenca minera de Peñarroya-Belmez-Espiel (Córdoba) y de la mina La Camocha (Asturias). Floras duckmantienses se han estudiado en Peñarroya y en la montaña palentina (Formación Curavacas). El Westfaliense superior ha proporcionado floras abundantes en la Cuenca Central Asturiana, la cuenca de Guardo (Palencia), y en algún otro lugar de la Cordillera Cantábrica, así como en la Sierra de la Demanda por el lado de Burgos, y la Serra de Bougado, al lado de Oporto. Las floras estefanienses están magníficamente representadas en muchos lugares de la Cordillera Cantábrica, además de encontrarse en Henarejos (Cuenca), distintos lugares del Pirineo, y en la cuenca del Douro (Portugal). La parte más alta del Estefaniense, es decir el Estefaniense C, que se solapa con el Autuniense inferior, se conoce sobre todo de Puertollano (Ciudad Real), aunque también de algunos lugares de la Cordillera Cantábrica (Sotres, San Tirso) y de Buçaco (cerca de Coimbra, Portugal). El Pérmico inferior ya se identifica a partir del Autuniense medio, con buena representación en distintos lugares de Guadalajara, y de la Sierra Norte de Sevilla, además de una localidad en Aragón. Otros hallazgos de esta edad son mucho más incidentales. Un Pérmico más alto ha dado muestras de flora en la Peña Sagra (Cantabria), en la Cordillera Cantábrica (GAND *et al.*, 1997).

En términos generales, las floras carboníferas de la península Ibérica encajan perfectamente con las que se conocen de antiguo en el norte de Europa, lo cual se explica por reflejar las mismas condiciones climáticas. Pertenecen a la misma franja paleoecuatorial. Las floras misisípicas antiguas, tournaisienses, son de facies *Kulm* como JONGMANS y MELÉNDEZ (1950) ya hicieron notar. Se comparan directamente con las asociaciones florísticas clásicas de esta edad en Sajonia y en el este de Francia, siendo los ejemplos más conocidos. Hay muy pocos registros de la flora tournaisiense en Europa y sorprende su uniformidad, aunque también es verdad que el clima era bastante uniforme en los tiempos misisípicos cuando la diferenciación climática por paleolatitud era prácticamente inexistente. Las floras serpujovienses, del Namuriense inferior, están bastante bien representadas en Sierra Morena (WAGNER, 2001). Hace falta compararlas con los registros de flora de la misma edad en la Vendée, Francia, que está pendiente de una revisión moderna. La Vendée no estaría lejos de Sierra Morena en tiempos misisípicos, ya que todavía no se habían juntado los distintos terrenos que iban a constituir el Macizo Ibérico a finales del Pensilvánico. Estos terrenos tendrían su procedencia en lugares cercanos al noroeste de Europa (fig. 1a).

Con respecto al Pensilvánico, que correspondería a una época de glaciarismo gondwánico, con un casquete de hielo sobre la masa continental que se

encontraba en el Polo Sur, no cabe duda que existía una fuerte diferenciación climática por paleolatitud. Las distintas partes de Iberia (fig. 1a) se encontrarían a relativamente poca distancia del paleoecuador, que los trabajos de paleomagnetismo sitúan en el sur de Francia. Las floras pensilvánicas de España y Portugal, al igual que las clásicas de Europa occidental, al norte del paleoecuador, corresponden claramente a la franja paleoecuatorial, que se extendía de Norteamérica a China, pasando por Europa y Asia central. Es el ámbito amerosínico. Los estudios ya bastante avanzados sobre las floras pensilvánicas de la actual península Ibérica indican que éstas corresponden a las facies hulleras de ambientes húmedos y cálidos. Es un macroambiente bastante especializado que proporciona una visión parcial de lo que serán las floras completas de este periodo. Se componen sobre todo de helechos, pteridospermas, esfenópsidas y licópsidas, con una proporción menor de *Cordaites*, un árbol afín a las coníferas. La proporción de helechos cambió en el transcurso de los tiempos pensilvánicos, con un aumento notable en el Estefaniense, aunque de forma paulatina y no tan repentinamente como se ha sugerido en algunas publicaciones. Esto se debe a que el registro español de las floras estefanienses en la Cordillera Cantábrica es mucho más completo que el que proporciona la franja parálica del noroeste de Europa y el de Norteamérica, donde el límite aproximado entre Westfaliense y Estefaniense (más concretamente, entre el Cantabriense inferior y el Estefaniense B-C) coincide con un levantamiento tectónico generalizado, con erosión limitada, o bajada del nivel del mar, y un hiato estratigráfico siguiente de bastante envergadura. Al mismo tiempo, disminuyó la diversidad de licópsidas y su proporción en el conjunto de la flora.

Las floras pensilvánicas españolas muestran muy pocas plantas que vivieran fuera de las zonas pantanosas, es decir, en lugares con los suelos mejor drenados. En esto también se parecen mucho a las floras clásicas del Westfaliense del noroeste de Europa, lo cual da fe del clima húmedo generalizado en la franja paleoecuatorial. Esta situación cambió con el aumento global de temperatura en el Pérmico, al finalizar la época de glaciarismo pensilvánico. Se cambió el patrón de distribución de las precipitaciones en el mundo, lo cual se reflejó en el registro florístico. Efectivamente, en un área amplia de Europa occidental y Norteamérica se encuentran composiciones florísticas pérmicas con elementos correspondientes a zonas con suelos mejor drenados, siendo característica la presencia de coníferas y de pteridospermas peltaspermales de tipo «*Callipteris*». Alternan los registros de estas asociaciones florísticas de clima más seco con las más húmedas (Gothan y Gimm, 1930). Un caso especial lo constituye la flora del Pérmico inferior de Guadalcanal (Sevilla), estudiada por Broutin (1986), quien detectó la presencia de elementos conocidos de las floras cataysianas y de Angará. Se trata de elementos de significado paleoecológico distinto de los procedentes de las facies hulleras y que, por tanto, permiten apreciar una

riqueza florística mayor de lo que alcanzan a reflejar los registros más corrientes de las zonas pantanosas.

La cuenca de Guadalcanal, así como la de Valdeviar, ambas en la Sierra Norte de Sevilla, se atribuyen hoy día al Autuniense medio, que se supone de edad equivalente al Pérmico más inferior. Una edad parecida se deduce de las floras de Valdesoto y Retiendas (Guadalajara) (WAGNER, 1999) y otras localidades de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica, así como de la localidad aún más aislada de Fombuena (Zaragoza), descubierta por P. Carls y estudiada por VAN AMEROM *et al.* (1993). Tanto Fombuena como Valdesotos y Valdeviar muestran la evidencia de una actividad volcánica, bastante típica de la etapa distensiva del Pérmico en Iberia. Esto da lugar a una preservación muy parecida en las distintas localidades, lejanas entre sí, y sin relación paleogeográfica mutua. Es interesante que estas localidades han proporcionado muy pocas muestras de coníferas, aunque sí de Peltaspermales; sin embargo, las pteridospermas y helechos son corrientes, y el aspecto general sugiere un clima aún bastante húmedo. A un nivel un poco más alto, aunque todavía en el Autuniense, se encuentran coníferas en Cueli, Asturias (WAGNER y MARTÍNEZ GARCÍA, 1982), y en el Pirineo leridano (BROUTIN y GISBERT, 1985).

El cuadro adjunto muestra las distintas localidades que han proporcionado floras paleozoicas en España y Portugal, cubriendo casi la totalidad del Carbonífero, un periodo de larga duración, unos 30 millones de años.

Las dataciones que se han podido efectuar sobre las floras carboníferas y pérmicas en España y Portugal, sobre todo las pensilvánicas, han permitido precisar conjuntamente con el estudio de cuencas sedimentarias adosadas a fallas en dirección, sinsedimentarias, que los distintos terrenos componentes del Macizo Ibérico se juntaron paulatinamente a lo largo del Pensilvánico. El ensamblaje paulatino de los distintos terrenos que iban a constituir el Macizo Ibérico empezaría en el Westfaliense inferior, moviéndose dos fallas principales, la que delimita la Zona Sudportuguesa de la Zona de Ossa-Morena, y la falla de Badajoz-Córdoba, probablemente en este orden. Según algunas interpretaciones, la falla Badajoz-Córdoba constituiría el límite septentrional de Ossa-Morena (aunque la definición primitiva de este límite lo sitúa en el batolito de Los Pedroches). Más adelante, en el Westfaliense superior, empezaría a moverse la falla del área de Valongo, al este de Oporto, continuando moviéndose esta falla en el Estefaniense. Es como si estas tres zonas de falla principales se tomaran el relevo de Suroeste a Nordeste. Es evidente que estas tres fallas principales no han sido las únicas en moverse, sobre todo en la Zona de Ossa-Morena, donde hay toda una serie de franjas longitudinales limitadas por fallas en dirección. Finalmente, se observan modificaciones en el sentido Norte-Sur de las fallas de dirección noroeste-sureste. Adosadas a la falla que delimita la Zona

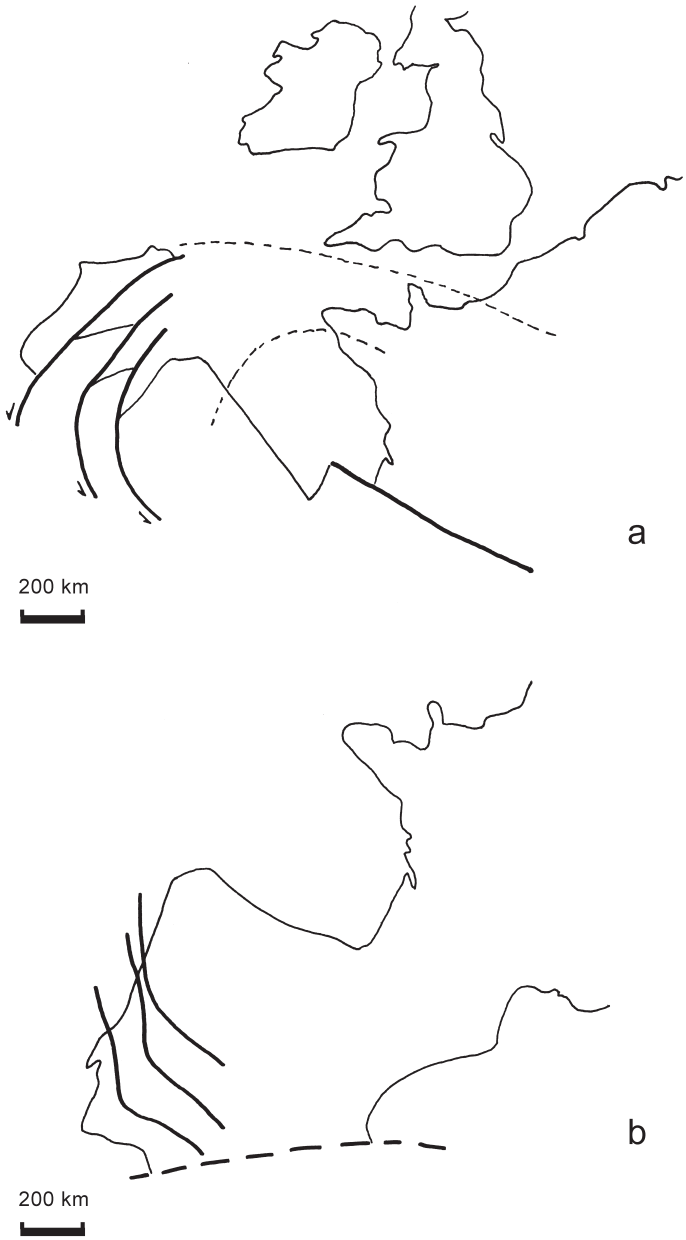

Figura 1. a: Mapa de situación de los distintos terrenos en Iberia en el Carbonífero (y anteriormente). **b**: El Macizo Ibérico, tal como existió a partir del Estefaniense C (=Autuniense inferior).

Sudportuguesa de Ossa-Morena, y a la de Badajoz-Córdoba, se encuentran las cuencas de Santa Susana y de Buçaco, ambas con una orientación Norte-Sur. Se trataría de modificaciones tardías al trazado original de estas fallas mayores, transformantes.

Las colecciones de plantas carboníferas españolas se encuentran en varias instituciones, tanto en España como en el extranjero. La más importante se guarda en el Centro Paleobotánico del Jardín Botánico de Córdoba, pero merece ser mencionado también el Museo Geominero en Madrid, por encontrarse allí ejemplares históricos relacionados con la minería del carbón. Luego, el Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid) tiene una colección interesante. Colecciones menores, aunque de indudable interés, se guardan en las universidades de Oviedo y de Zaragoza, el Seminario Conciliar de Barcelona, etc. Colecciones importantes de la flora paleozoica española se encuentran también en «Naturalis» (Museo Nacional de Ciencias Naturales) de Leiden, Holanda, el Institut Royal des Sciences naturelles de Bruselas, Bélgica, la Forschungsstelle für Paläobotanik de la Universidad de Münster, Alemania, la Université Pierre et Marie Curie de París, Francia, Université de Lille, Francia, etc., en este orden de importancia por el volumen de ejemplares guardados.

Finalmente, hay que señalar la relación importante entre flora carbonífera y la minería del carbón. Las instituciones donde se guarda esta parte del Patrimonio Paleontológico español harían bien en estimular la recogida de flora fósil en las explotaciones mineras que aún quedan.

Conclusiones

A partir de los años cincuenta del siglo XX se ha avanzado mucho en el conocimiento de las floras carboníferas y del Pérmico inferior de España y Portugal, con aportaciones extranjeras tanto como nacionales. Hoy día, existen colecciones importantes de fósiles vegetales, además de un Museo de Paleobotánica en el Jardín Botánico de Córdoba.

Estas floras se han revelado como clásicas de la franja paleoecuatorial, con escasas diferencias que, en el caso de Guadalcanal, obedecen al registro adicional de elementos de distintos ambientes.

El estudio de las floras fósiles del Paleozoico inferior y las dataciones estratigráficas correspondientes, en conjunto con el estudio de cuencas carboníferas pensilvánicas, han revelado que el Macizo Ibérico se constituyó por el ensamblaje de distintos terrenos a lo largo del Pensilvánico (fig. 1a). El Macizo Ibérico parece que estuvo ya constituido a partir del Estefaniense C (=Autuniense infe-

rior) (fig. 1b). La paleogeografía pérmica ya era diferente y parecida a la constitución actual.

Agradecimientos

A Peter Carls, por corregir un detalle importante en la figura 1a, y a Enrique Martínez por sus observaciones acertadas.

Bibliografía

Adaro y Magro, L. 1926. *Atlas del estudio estratigráfico de la Cuenca Hullera Asturiana*. Instituto Geológico de España, Madrid. 10 láms.

Álvarez-Ramis, C.; Germer, R., et Doubinger, J. 1985. Les Pécoptéridées de Valdemazueña (Bassin de Villablino, León, Espagne). *Compte Rendu X Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Madrid, 1983*, **2**, pp. 127-136.

Amerom, H. W. J. van; Broutin, J.; Ferrer, J.; Gámez-Vintaned, J. A.; Gisbert, J., y Liñán, E. 1993. Les flores du Permien basal et la paléoichnologie de la fosse de Fombuena (province de Zaragoza, Espagne). *Mededelingen Rijks Geologische Dienst*, **48**, pp. 1-64.

Beckary, S. 1987. Association floristique et faunique rencontrée dans les coal balls de la mine Rosario (NW de l'Espagne, Namurien C-Westphalien A). Interprétation paléoécologique. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **CVI**, pp. 111-116.

Brousmiche, C.; Coquel, R., et Wagner, R. H. 1992. Les *Scolecopteris* du Stéphanien supérieur du Bassin de Puertollano (Espagne). *Geobios*, **25** (3), pp. 323-339.

Brousmiche-Delcambre, C.; Coquel, R., et Wagner, R. H. 1995. Nouvelle interprétation du genre *Omphalophloios* White, 1898 (Lycophyte primitive). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, série II a, **321**, pp. 179-184.

Broutin, J. 1986. *Étude paléobotanique et palynologique du passage Carbonifère Permien dans le Sud-Ouest de la Péninsule Ibérique*. Cahiers de Paléontologie, Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, pp. 1-165.

Broutin, J. y Gisbert, J. 1985. Entorno paleoclimático y ambiental de la flora Stephano-Autuniense del Pirineo catalán. *Compte Rendu X Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Madrid, 1983*, **3**, pp. 53-66.

Caride, C.; Greber, C., et Ortuño, G. 1973. Flore des faisceaux productifs du bassin central des Asturies (Espagne). *Compte Rendu 7e Congrès Carbonifère, Krefeld 1971*, **2**, pp. 267-285.

Coquel, R. et Pérez-Lorente, F. 1987. Le Carbonifère de la Sierra de la Demanda (Espagne). Apports de la Palynologie. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **CVI**, pp. 17-23.

Delvolvé, J.-J. et Laveine, J.-P. 1985. Sur quelques flores du Carbonifère des Pyrénées béarnaises. *Geobios*, **18** (3), pp. 281-304.

DOUBINGER, J.; ROBERT, J. F., et BROUTIN, J. 1978. Données complémentaires sur la flore permo-carbonifère de Surroca-Ogassa (province de Gérone, Espagne). *103e congrès national des sociétés savantes, Nancy, 1978*, sciences, II, pp. 39-45.

GAND, G.; KERP, H.; PARSONS, C., and MARTÍNEZ-GARCÍA, E. 1997. Palaeoenvironmental and stratigraphic aspects of animal traces and plant remains in Spanish Permian red beds (Peña Sagra, Cantabrian Mountains, Spain). *Geobios*, **30** (2), pp. 295-318.

GÓMEZ DE LLARENA, J. y RODRÍGUEZ ARANGO, C. 1947. Las tacañas fosilíferas (coal balls) de la mina «Rosario» de Truébano (León). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, **16**, pp. 215-236.

GOTHAN, W. und GIMM, O. 1930. Neuere Beobachtungen und Betrachtungen über die Flora des Rotliegenden von Thüringen. *Arbeiten aus dem Institut für Paläobotanik und Petrographie der Brennsteine*, **2** (1), pp. 39-74.

GRAND'EURY, F. C. 1877. La flore carbonifère du Département de la Loire et du centre de la France, étudiée aux trois points de vue botanique, stratigraphique et géognostique. *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France*, **XXIV** (1), pp. 1-624.

HARTUNG, W. 1941. Pflanzenreste aus dem südspanischen Karbon (Nordrand der Provinz Sevilla). *Jahrbuch der Reichsstelle für Bodenforschung für 1940*, **61**, pp. 267-277.

JONGMANS, W. J. 1951. Las floras carboníferas de España. *Estudios Geológicos*, **VII** (14), pp. 281-330.

JONGMANS, W. J. y MELÉNDEZ, B. 1950. El Hulllero inferior de Valdeinfierno (Córdoba). *Estudios Geológicos*, **VI** (11), pp. 191-210.

KNIGHT, J. A. 1983-1985. The Stratigraphy of the Stephanian Rocks of the Sabero Coalfield, León (NW. Spain) and an Investigation of the Fossil Flora. Part I (1983): The Stratigraphy and General Geology of the Sabero Coalfield. *Palaeontographica,* Abteilung B*,* **187** (1-3), pp. 1-88; Part II (1983): Systematic Palaeobotany: Introduction; Pteridospermae. *Palaeontographica,* Abteilung B*,* **187** (4-6), pp. 155-248; Part III (1985): Systematic Palaeobotany; Pecopterids. *Palaeontographica,* Abteilung B*,* **197** (1-3), pp. 1-80.

LEYVA, F.; GRANADOS, L. F.; SOLOVIEVA, M. N.; REITLINGER, E. A.; MARTÍNEZ-DÍAZ, C.; LAVEINE, J. P.; LOBOZIAK, S.; BROUSMICHE, C.; CANDILIER, A. M., y HORVATH, V. 1985. La estratigrafía del Carbonífero medio en el sector central de la unidad estructural de La Sobia-Bodón (Cuencas de Quirós-Teverga). *Compte Rendu X Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Madrid, 1983*, **1**, pp. 213-230.

PATAC, I. 1933. La Cuenca Carbonífera de Gijón. *Riquezas Minerales de España*, Oviedo, pp. 1-15.

REMY, W. und REMY, R. 1959. *Pflanzenfossilien. Ein Führer durch die Flora des limnisch entwickelten Paläozoikums.* Akademie Verlag, Berlin. 285 pp.

REMY, W. und REMY, R. 1975. *Sporangiostrobus puertollanensis* n. sp. und *Puertollania sporangiostrobifera* n. gen., n. sp., aus dem Stefan von Puertollano, Spanien. *Argumenta Palaeobotanica*, **4**, pp. 13-29.

REMY, W. und REMY, R. 1977. *Die Floren des Erdaltertums. Einführung in Morphologie, Anatomie, Geobotanik und Biostratigraphie der Pflanzen des Paläophytikums.* Verlag Glückauf GMBH, Essen. 468 pp.

ROBARDET, M.; WEYANT, M.; LAVEINE, J.-P., et RACHEBOEUF, P. 1986. Le Carbonifère inférieur du Synclinal du Cerrón del Hornillo (Province de Seville, Espagne). *Revue de Paléobiologie*, **5** (1), pp. 71-90.

RUÍZ FALCÓ, M. y MADARIAGA ROJO, R. 1931-1933. Vegetales fósiles del Carbonífero español. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, **LII** (12) (1931), pp. 119-143; **LIII** (13) (1933), pp. 67-89.

SIMON, W. 1943. Zur Geschichte der spanischen Sierra Morena 4. Variscische Sedimente der Sierra Morena. Die Viar-Schichten. *Senckenbergiana*, **26** (5), pp. 401-426.

SIMON, W. 1950. Zur Geschichte der spanischen Sierra Morena 5. Variscische Sedimente der Sierra Morena. Das Kohlenbecken von Villanueva. *Senckenbergiana*, **31** (5/6), pp. 299-311.

SOPEÑA, A.; DOUBINGER, J., y VIRGILI, C. 1974. El Pérmico inferior de Tamajón, Retiendas, Valdesotos y Tortuero (Borde S del Sistema Central). *Tecniterrae*, **1**, pp. 8-16.

STOCKMANS, F. y WILLIÈRE, Y. 1965. Documentos paleobotánicos para el estudio de la geología hullera del Noroeste de España. *Mémoires de l'Institut Royal de Sciences naturelles de Belgique*, 2ème Série, **79**, pp. 1-92.

TEIXEIRA, C. 1945. O Antracolítico continental português (Estratigrafia-Tectónica). *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **5** (1-2), pp. 1-139.

WAGNER, R. H. 1999. Macrofloras del Carbonífero/Pérmico. *In*: *La huella del pasado. Fósiles de Castilla-La Mancha.* (Coords. E. AGUIRRE e Isabel RÁBANO.) Patrimonio histórico, Arqueología Castilla-La Mancha, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo, pp. 77-98.

WAGNER, R. H. 2001. *Fósiles vegetales.* Serie Recursos Naturales, nº 6, Departamento de Medio Ambiente y Protección Civil, Diputación de Córdoba, Córdoba. 105 pp.

WAGNER, R. H. 2004. The Iberian Massif: a Carboniferous assembly. *Journal of Iberian Geology (Cuadernos de Geología Ibérica),* **30**, pp. 93-108.

WAGNER, R. H.; COQUEL, R., and BROUTIN, J. 1983. Mississippian floras of the Sierra Morena, S.W. Spain: A progress report. *In*: *Contributions to the Carboniferous Geology and Palaeontology of the Iberian Peninsula.* (Ed. M. J. LEMOS DE SOUSA.) Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Mineralogia e Geologia, Porto, pp. 101-126.

WAGNER, R. H. and LEMOS DE SOUSA, M. J. 1983. The Carboniferous megafloras of Portugal – A revision of identifications and discussion of stratigraphic ages. *In*: The Carboniferous of Portugal. (Eds. M. J. LEMOS DE SOUSA e J. T. OLIVEIRA.) *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, **29**, pp. 127-152.

WAGNER, R. H. and VAN AMEROM, H. W. J. 1995. Wilhelmus Josephus Jongmans (1878-1957): Paleobotanist, Carboniferous stratigrapher, and floral biogeographer.

In: Historical Perspective of Early Twentieth Century Carboniferous Paleobotany in North America (W.C. Darrah volume). (Eds. P. C. LYONS, E. D. MOREY and R. H. WAGNER.) *Geological Society of America Memoir*, **185**, pp. 75-90.

WAGNER, R. H. and MARTÍNEZ GARCÍA, E. 1982. Description of an early Permian flora from Asturias and comments on similar occurrences in the Iberian Peninsula. *Trabajos de Geología*, Universidad de Oviedo, **12**, pp. 273-287.