

Identificación del Pérmico Inferior (Autuniense) en el subsuelo de la cuenca del Ebro, NE de España

A. Arche¹, J.B. Díez² y J. López-Gómez¹

¹ Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM, Facultad de Geología, Universidad Complutense, c/ Antonio Nováis 2, Madrid 28.040. aarche@geo.ucm.es, jlopez@geo.ucm.es

² Departamento de Geociencias Marinas, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Vigo, Campus Lagoas-Marcosende, Vigo 36.310. jdiez@uvigo.es

ABSTRACT

The lower Permian (Autunian) has not been identified up to now in the subsurface of the Tertiary Ebro Basin because of the scarcity of borehole samples available and the systematic attribution to the Carboniferous without any paleontological data, of the siliciclastic sediments found at the base of some of them, well above the Hercynian basement and unmetamorphosed Grey and black shales recovered from cores preserved in the REPSOL archives of the Caspe-1 oil well between meters 1.437 and 1.449 have yielded a palynological assemblage composed by *Vittatina cf. costabilis*, *Potonieisporites novices-bhardwaji*, *Nuskoisporites sp.* and other forms not so well preserved. This association has a Lower Permian (Autunian) age and compares well with other findings in the Iberian Ranges, the Pyrenees and other areas in Iberia, shading a new light on the early stages of evolution of the central and NE parts of Iberia just after the Hercynian orogeny.

Key words: Permian, Autunian, Ebro basin, pollen and spores.

INTRODUCCIÓN

El Pérmico Inferior (Autuniense) marca el inicio de un régimen extensional tras la orogenia hercínica que se mantendrá con diferentes fases e intensidades a lo largo del resto de este periodo y durante casi todo el Mesozoico en la Microplaca Ibérica. Esta primera etapa fue de tipo transtensivo a favor de sistemas de fallas en dirección de orientación NW-SE y E-W, y en ella se crearon una serie de pequeñas cuencas tipo *pull-apart* y geometría de semigrabens (Arthaud y Matte, 1975, 1977; Lorenz y Nichols, 1984; Lorenz, 1976; Doblas *et al.*, 1994, 1998; Arche y López-Gómez 1992, 1996).

La microplaca ibérica estaba limitada por dos fracturas mayores de movimiento dextral: la del Golfo de Vizcaya al Norte y la de Chedabucto-Gibraltar al Sur (Arthaud y Matte, 1977), cuyo desplazamiento creó esfuerzos intraplaca muy intensos en su interior y que dieron como resultado la aparición de sistemas de fracturas normales subsidiarios de dirección NW-SE, responsables de la creación y evolución de las principales cuencas sedimentarias mesozoicas ibéricas (Arche y López-Gómez, 1992, 1996; Doblas *et al.*, 1994).

En la Cordillera Ibérica se encuentran una serie de afloramientos de sedimentos aluviales y lacustres a veces asociados a rocas volcánicas sub-alcalinas que han sido datados como Pérmico Inferior (Autuniense) en base a ricas asociaciones de macro y microflora, tales como Valdesotos, Retiendas, Reznos y Molina de Aragón entre otras (Fig. 1)

(Virgili *et al.*, 1976; De la Peña *et al.*, 1977; Sopeña, 1979; Ramos y Doubinger, 1979; Rey y Ramos, 1991; Sopeña *et al.*, 1995; Arche *et al.*, 1983; Sopeña *et al.*, 1988; Lago *et al.*, 1991, 2004), edad que coincide con las dataciones absolutas disponibles de las rocas volcánicas asociadas: 287 ± 12 M. A., en Atienza (Hernando *et al.*, 1980), 283 ± 2.5 M. A., en Fombuena (Conte *et al.*, 1987) y 293 ± 2.5 M. A., en Loscos (Lago *et al.*, 1991). También es posible su presencia en la base del sondeo Sigüenza - 1. Estas pequeñas cuencas de geometría semi-graben se han reconocido en la Cordillera Ibérica, Pirineos, Asturias y borde Sur del Macizo Ibérico (Sopeña *et al.*, 1988, López-Gómez *et al.*, 2002, Sánchez-Moya y Sopeña, 2004), pero no en el actual valle del Ebro, lo que suponía bien una identificación errónea de la edad de los materiales post-hercínicos basales perforados en algunos sondeos petrolíferos o bien su ausencia en este dominio que, en este caso, tendría una evolución tectono-sedimentaria particular.

Las reconstrucciones paleogeográficas disponibles para el periodo Pérmico Superior-Triásico Medio (ver López-Gómez *et al.*, 2002 y Sánchez-Moya y Sopeña, 2004 para una revisión reciente) demuestran que, en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, está actualmente expuesto el Umbral paleozoico de Ateca (Fig. 1, I), que separaba la Cuenca pérmica-triásica Ibérica de la coetánea del Ebro, situada hacia el NE y cuyo borde SW también está expuesto en dicha Rama, y que el límite SW de la misma era un sistema de fallas normales denominado Sistema de la Serranía de Cuenca (Arche

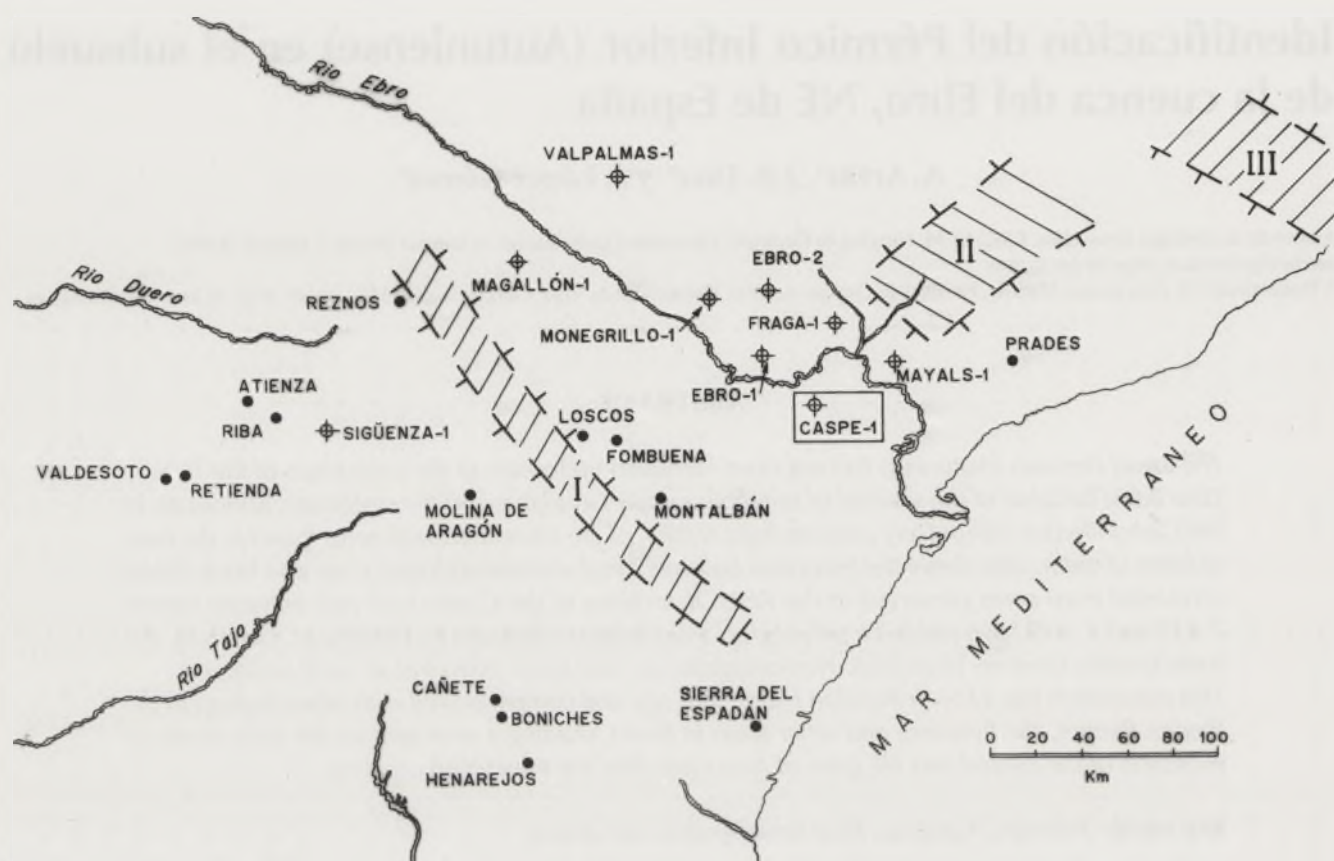


FIGURA 1. Situación de las localidades citadas en el texto y posición aproximada de los umbrales paleozoicos que separaban las cuencas sedimentarias extensivas en el Pérmico Superior. I. Umbral de Ateca - Montalbán - Maestrazgo, II. Umbral de Lérida, III. Umbral de Gerona.

y López-Gómez, 1996; López-Gómez *et al.*, 2002) cuya posición, aún no bien determinada, pasaba por Riba de Santiuste y al W de Cañete-Boniches aproximadamente (Fig. 1). A lo largo de esta Rama hay numerosos afloramientos de rocas bien datadas como Pérmico Inferior (Autuniense) pero, hasta ahora no se ha identificado el Pérmico Inferior con datos bio-cronostratigráficos en ninguno de los registros de pozos petrolíferos perforados en el actual valle del Ebro que alcanzan el basamento hercínico o quedan cerca de él (Jurado, 1988, 1990). Como en Pirineos existen así mismo numerosas cuencas con sedimentos y rocas volcánicas del Pérmico Inferior (Lucas y Gisbert, 1995; Debon *et al.*, 1995), su aparente ausencia en el subsuelo del valle del Ebro constituye una anomalía no explicada hasta ahora.

LOS MATERIALES DE LA BASE DEL SONDEO CASPE - 1

El examen de los registros eléctricos de los sondeos petrolíferos realizados en el valle del Ebro ha revelado que en el Caspe-1 existía una muy potente serie sedimentaria desde el metro 1.169 al metro 1.810, en el que se abandonó la perforación de una serie constituida por alternancias decimétricas de areniscas y lutitas grises que mostraron indicios de gas (Jurado, 1988) (Fig. 2), atribuida al Carbonífero sin datos paleontológicos. Estos materiales se pueden reconocer en otros sondeos de la zona, aunque con menor espesor.

La posible correlación de los materiales suprayacentes

atribuidos al Pérmico Superior y Triásico en este sondeo puede resumirse así (Figura 2): los conglomerados comprendidos entre los metros 1,160 y 1,125 equivalen a la Formación Boniches de la Cuenca Ibérica y a la Formación Moncayo de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, borde SW de la Cuenca del Ebro Pérmica Triásica; las lutitas y areniscas comprendidas entre los metros 1,125 y 923, a la Formación Alcotas de la Cuenca Ibérica, la Formación Tabuena del borde de la Cuenca del Ebro y a la Formación Bellmunt de la Cuenca Catalana; los conglomerados comprendidos entre los metros 923 y 885 a la Formación Hoz de Gallo de la Cuenca Ibérica y a los conglomerados de la Formación Prades en la Cuenca Catalana; las areniscas comprendidas entre los metros 885 y 705 a la Formación Cañizar de la Cuenca Ibérica, a la Formación Aranda del borde SW de la Cuenca del Ebro y a las areniscas de la Formación Prades en la Cuenca Catalana; las areniscas y lutitas comprendidas entre los metros 705 y 580 a la Formación Eslida de la Cuenca Ibérica, a la Formación Rané del borde SW de la Cuenca del Ebro y a la Formación Aragall de la Cuenca Catalana; las lutitas comprendidas entre los metros 580 y 561 a la Formación Marines y a las Facies Röt (sin nombre formal) de la Cuenca Catalana; finalmente, desde el metro 561 hasta el contacto discordante con el Terciario en el metro 277, una facies Muschelkalk con los tres niveles típicos del Triásico Mediterráneo, a las Formaciones Landete, El Mas y Cañete en la Cuenca Ibérica y los M-1, M-2 y M-3 en la Cuenca Catalana (Ramos, 1979; Marzo, 1980; Arribas,

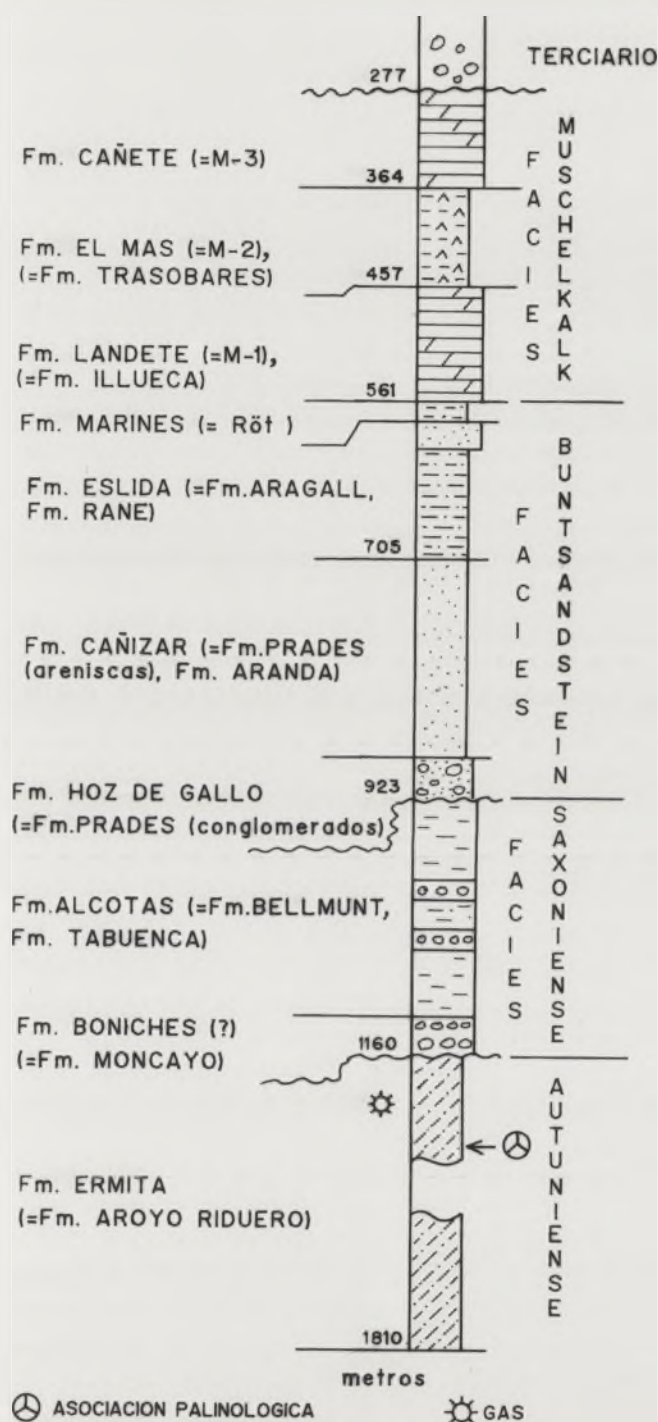


FIGURA 2. Interpretación del registro pérmico-Triásico del sondeo Caspe-1. Las formaciones de la Cuenca Ibérica son las primeras citadas y entre paréntesis se citan las equivalentes en la Cuenca del Ebro y Cuenca Catalana según los criterios expuestos en Arche et al. (2004).

1985; López-Gómez, 1985; Arche et al., 2004). Todas estas correlaciones son tentativas y se basan en consideraciones bio-cronostratigráficas y tectono-sedimentarias cuya precisión, por supuesto, es pequeña comparada con la obtenida en escala y sedimentos marinos someros de edad equivalente en otras zonas.

La parte inferior del sondeo tiene un testigo conservado entre los metros 1.437 y 1.449, al que los autores han tenido acceso y muestrearon para estudios petrológicos y palinológicos, en un intento de dilucidar la edad y composición

detallada. Los registros eléctricos acompañantes no proporcionaron muchos datos tras su interpretación debido a su antigüedad y falta de precisión.

El estudio petrológico de las muestras en lámina delgada indica que estas areniscas de grano fino a medio están formadas por granos de cuarzo de dos tipos: subredondeados a redondeados con extinción ondulante muchos de ellos y bastante homométricos (30-45%) y angulosos, con huellas de corrosión e inclusiones de mica, rutilo y fluidas, muy heterométricos (55-70%). Los primeros tienen un origen lejano o son reciclados de otras rocas sedimentarias, aunque su origen sea un área fuente de composición ígnea o metamórfica y los segundos, de origen volcánico, proceden de un área fuente muy cercana. También se encuentran feldespatos (plagioclasas y raramente feldespatos potásicos), anfíboles, piroxenos, biotitas y fragmentos de rocas volcánicas en diversos grados de alteración con posibles estructuras fluidales (10-15%). La matriz es arcillosa y el conjunto está atravesado por finas venas de calcita que cortan las estructuras sedimentarias internas. Son, por tanto, grauvascas.

Las estructuras sedimentarias primarias observadas a escala mesoscópica en los testigos son ripples de corriente, "climbing ripples", laminación paralela e intervalos milimétricos de laminaciones paralelas en lutitas gris oscuro; éstos últimos han sido muestreados para el estudio palinológico.

La observación macro- y microscópica de los testigos sólo permite una interpretación muy general del medio sedimentario en que se depositaron estos sedimentos: medio sedimentario acuoso dominado por corrientes tractivas unidireccionales de baja energía, a veces decelerantes, responsables de los "climbing ripples" y periodos no muy largos de quiescencia en los que se depositaban las láminas de lutitas grises. La materia orgánica era abundante en el medio y las condiciones favorables para su conservación, como demuestra el color gris o negro dominante en los sedimentos.

De todas estas observaciones sólo se puede hacer una interpretación del medio sedimentario como dominado por corrientes tractivas unidireccionales de baja energía, con ocasionales flujos decelerantes y periodos de quiescencia, siempre bajo lámina de agua. Podría corresponder a llanuras de inundación aluviales o, con mayor probabilidad, a lagos someros.

LAS ASOCIACIONES PALINOLOGICAS

Dos de las muestras tratadas (niveles 1.441 y 1.439 metros) han proporcionado asociaciones de polen y esporas abundantes, aunque no bien conservadas, en las que se han identificado: *Vittatina* cf. *costabilis*, *Potonieisporites novicus-bhardwaji*, *Nuskoisporites* sp., Monosacados no identificados, Bisacados no identificados y Esporas no identificadas.

La edad de esta asociación es Pérmico Inferior (Autuniense), probablemente de su parte más baja (Asseliense-

Sakmariense), aunque los problemas de separación de las macro- y microfloras del Carbonífero Superior (Stefaniense B-C) y del Autuniense, aún no resueltos y el control climático sobre floras diferentes pero coetáneas (Broutin *et al.*, 1999) no permite excluir de forma definitiva una edad Carbonífero terminal para esta asociación.

Esta asociación presenta gran similitud con otras halladas en diversas localidades de la Península Ibérica, tales como Molina de Aragón (Sierra de Aragoncillo) (Ramos *et al.*, 1976; Ramos y Doubinger, 1979), Reznos (De la Peña *et al.*, 1977; Rey y Ramos, 1991) y Valdesotos y Retiendas (Sopeña, 1979; Arche *et al.*, 1983) en la Cordillera Ibérica y yacimientos de los Pirineos Centrales (Lucas y Gisbert, 1983), e incluso en Bucaco, Portugal (datos inéditos de J. B. Díez).

La edad de estas asociaciones se puede precisar aún más en la Cordillera Ibérica y en los Pirineos porque las rocas sedimentarias que las contienen están intercaladas entre rocas volcánicas y volcanoclásticas que han sido datadas: Atienza, 282 ± 12 M.a. (Hernando *et al.*, 1980), Fombuena, 283 ± 2.5 M.a. (Conte *et al.*, 1987) y Loscos, 293 ± 2.5 M.a. (Lago *et al.*, 1991, 2004) en la Cordillera Ibérica y Sierra del Cadí (278 ± 5 M.a. y Midí d'Ossau, 276 ± 3 M.a. (Briqueu y Innocent, 1993) en los Pirineos. Si esta asociación es cierta, entonces la flora del sondeo Caspe-1 y sus equivalentes tendrían una edad Pérmico Inferior baja (Sakmariense).

CONSIDERACIONES PALEOGEOGRÁFICAS

La identificación de esta microflora de edad Pérmico Inferior (Autuniense) en la parte basal del sondeo Caspe-1 confirma la posibilidad de que en el subsuelo de la cuenca del Ebro actual existan una o más cuencas extensionales coetáneas de las ya conocidas en la Cordillera Ibérica, Pirineos y borde Sur del Macizo Ibérico, resolviendo así el problema de tener que admitir un dominio geotectónico especial para dicha zona en ese periodo. Esta (o estas) pequeña cuenca estaría incluida en el primer periodo tectono-sedimentario extensivo pérmico-triásico de la Microplaca Ibérica (López-Gómez *et al.*, 2002), y abre la posibilidad de que la parte basal de los sondeos Mayals-1, Fraga-1, Magallón-1, Valpalmas-1, Ebro-1 y 2 y Monegrillo-1 (Fig. 1) también tengan una edad Pérmico Inferior (Autuniense). Si esta hipótesis es correcta, se confirmaría la similitud tectono-sedimentaria del dominio del Ebro con sus vecinos de Cordillera Ibérica, Pirineos y borde Sur del Macizo Ibérico en el Pérmico Inferior.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el acceso a los testigos conservados del sondeo Caspe-1 a la empresa REPSOL y en particular a su geólogo Juan García Mallo. También agradecen a Carlos Sánchez la delineación de las figuras. Este trabajo es una contribución al Proyecto BTE 2002-00775 del Ministerio de Educación y Ciencia.

REFERENCIAS

- Arche, A., López-Gómez, J. (1992): Una nueva hipótesis sobre las primeras etapas de la evolución tectono-sedimentaria de la cuenca permo-triásica del SE de la Cordillera Ibérica. *Cuad. Geol. Ibérica*. 16: 115 – 143.
- Arche, A., López-Gómez, J. (1996): Origin of the Permian – Triassic Iberian Basin. *Tectonophysics*. 226: 443 – 464.
- Arche, A., Ramos, A., Sopeña, S. (1983): El Pérmico de la Cordillera Ibérica. In: Martínez, C. (Ed.): Carbonífero y Pérmico de España. 423 – 438. IGME.
- Arribas, J. (1985): Base litostratigráfica de las facies Buntsandstein y Muschelkalk de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. *Cuad. Geol. Ibérica*. 11: 557 – 574.
- Arthaud, F., Matte, Ph. (1975): Les décrochements tardi-hercyniens du Sud – Ouest de l'Europe. *Tectonophysics*: 139 – 171.
- Arthaud, F., Matte, Ph. (1977): Late Paleozoic strike – slip faulting in Southern Europe and North Africa: result of a right lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. *Geol. Soc. Am. Bulletin*. 88: 1305 – 1320.
- Briqueu, L., Innocent, C. (1995): Datation U/Pb sur zircon et géochimie isotopique Sr/Nd du volcanisme permien des Pyrénées Occidentales (Ossau et Anayet). *C. R. Acad. Sci. Paris*. 316: 623 – 628.
- Broutin, J., Chateaufort, J. J., Galtier, J., Ronchi, A. (1999): L'Autunien d'Autun reste – t – il une référence pour les dépôts continentaux du Permien Inférieur de l'Europe?: Apport des données paléobotaniques. *Géologie France*. 2: 17 – 31.
- Boulouard, C., Viillard, P. (1971): Identification du Permien dans la Chaîne Ibérique. *C. R. Acad. Sci. Paris*. 273: 2441 – 2444.
- Conte, J. C., Gascón, F., Lago, M., Carls, P. (1987): Materiales stephano – pérmicos en la fosa de Fombuena (provincia de Zaragoza). *Bol. IGME*. 98: 460 – 470.
- De la Peña, J. A., Marfil, R., Ramos, A. (1979): Desarrollo del magmatismo en el tránsito Paleozoico – Mesozoico de la Cordillera Ibérica: los basaltos de Ojos Negros (Provincia de Teruel). *Est. Geol.* 35: 465 – 472.
- Debon, F., Autran, A., Enrique, P. (1993): Magmatisme hercynien. In: Barnolas, A., Chiron, J. C., Guerangué, B. (Eds.): *Synthèse Géologique et Géophysique des Pyrénées*. 1: 361 – 499.
- Doblas, M., Oyarzun, R., Sopeña, A., López – Ruiz, J., Capote, R., Hernández – Enrile, J. I., Hoyos, M., Lunar, R., Sánchez – Moya, Y. (1994): Variscan – Late Variscan – Early Alpine progressive extensional collapse of Central Spain. *Geodinamica Acta*. 7: 1 – 14.
- Doblas, M., Oyarzun, R., López – Ruiz, J., Cebriá, J. M., Youbi, N., Mahecha, V., Lago, M., Pocovi, A., Cabanis, B. (1998): Permo – Carboniferous volcanism in Europe and NW Africa: A superplume exhaust valve in the centre of Pangea?. *J. African Geol. Sciences*. 26: 89 – 99.

- Hernando, S., Schott, J. J., Thuizat, R., Montigny, R. (1980): Age des anésites et des sédiments interstratifiés de la région d'Atienza (Espagne): Etude stratigraphique, géochronologique et paléomagnétique. *Sci. Géol. Bulletin*. 33: 119 – 128.
- Jurado, M. J. (1988): El Triásico del subsuelo de la Cuenca del Ebro. 279 p. Tesis Doctoral, U. Barcelona. Inédita.
- Jurado, M. J. (1990): El Triásico y Jurásico basal de la Cuenca del Ebro. In: Ortí, F., Salvany, M. (Eds.): Formaciones evaporíticas de la Cuenca del Ebro y Cadenas periféricas y de la zona de Levante. 21 – 28. ENRESA.
- Lago, M., Arranz, E., Pocovi, A., Galé, C., Gil, A. (2004): Lower Permian magmatism of the Iberian Chain, Central Spain and its relationship to extensional tectonics. In: Wilson, M., Neumann, E. R., Davies, G., Timmermann, M., Heeremans, M., Larsen, B. T. (Eds.): Permo – Carboniferous magmatism and rifting. *Geol. Soc. London Spec. Pub.* 223: 465 – 491.
- Lago, M., Pocovi, A., Zachmann, D., Arranz, E., Carls, p., Torres, J. A., Vaquer, R. (1991): Comparación preliminar de las manifestaciones magmáticas calco – alcalinas stephaniense – pérmicas de la Cadena Ibérica. *Cuad. Geol. Lab. Xeol. Laxe*. 16: 95 – 107.
- López – Gómez, J., Arche, A., Pérez – López, A. (2002): Permian and Triassic. In: Gibbons, W., Moreno, T. (Eds.): *Geology of Spain*. 185 – 212. *Geol. Soc. London*.
- Lorenz, V. (1976): Formation of hercynian subplates: possible causes and consequences. *Nature*. 262: 374 – 377.
- Lorenz, V., Nichols, I. A. (1974): Formation of hercynian subplates: possible causes and consequences. In: Falke, H. (Ed.): *The continental Permian in Central, Western and South Europe*. 313 – 359. *Reidel*.
- Lorenz, V., Nichols, I. A. (1984): Plate and intraplate processes in Hercynian Europe during the Late Paleozoic. *Tectonophysics*. 107: 25 – 56.
- Lucas, C., Gisbert, J. (1995): Carbonifère supérieur – Permien. In: Barnolas, A., Chiron, J. C., Guérangué, B. (Eds.): *Synthèse Géologique et Géophysique des Pyrénées*. 1: 339 – 359. *IGME – BRGM*.
- Marzo, M. (1980): El Buntsandstein de los Catalánides. Tesis Doctoral. U. Barcelona. 430 p. Inédita.
- Ramos, A. (1979): Estratigrafía del Pérmico y Triásico del NW de la Provincia de Guadalajara. *Seminarios Estratigrafía Monografías*. 6: 378 p.
- Ramos, A., Doubinger, J. (1979): Découverte d'une microflore thuringienne dans le Buntsandstein de la Cordillère Ibérique. *C. R. Acad. Sci. Paris*. 89: 525 – 528.
- Ramos, A., Doubinger, J., Virgili, C. (1976): El Pérmico inferior de Rillo de Gallo (Guadalajara). *Acta Geol. Hispánica*. 3: 65 – 70.
- Sánchez – Moya, Y., Sopeña, A. (2004): El rift mesozoico ibérico. In: Vera, J. A. (Ed.): *Geología de España*. 484 – 492. *IGME, Soc. Geol. España*.
- Sopeña, A. (1979): Estratigrafía del Pérmico y Triásico del NW de la provincia de Guadalajara. *Seminarios Estratigrafía Monografías*. 5: 329 p.
- Sopeña, A., Doubinger, J., Ramos, A., Pérez – Arlucea, M. (1995): Palynologie du Permien et du Trias dans le centre de la Péninsule Ibérique. *Sci. Géol. Bull.* 48: 119 – 157.
- Sopeña, A., López – Gómez, J., Arche, A., Pérez – Arlucea, M., Ramos, A., Virgili, C., Hernando, S. (1988): Permian and Triassic rift basins of the Iberian Peninsula. In: Manspeizer, W. (Ed.): *Triassic – Jurassic rifting*. B: 757 – 786. *Elsevier*.
- Virgili, C., Hernando, S., Ramos, A., Sopeña, A. (1976): Le Permien en Espagne. In: Falke, H. (Ed.): *Continental Permian in Central, Western and South Europe*. 91 – 109. *Reidel*.