

SOBRE LA EDAD DE LA SERIE DEL MONCAYO

E. ARAGONES *

*** Servei Geològic de Catalunya. Diputació, 92; 08015 Barcelona.**

SOBRE LA EDAD DE LA SERIE DEL MONCAYO

E. ARAGONES *

RESUMEN

Los materiales que constituyen el Moncayo (una potente sucesión de pizarras y cuarcitas alternantes) presentan por su litología, color y esquistosidad un aspecto próximo al de las series detríticas paleozoicas; sin embargo, contienen fósiles triásicos. La edad de tales materiales ha sido discutida en la literatura geológica; es por ello que el afloramiento del Moncayo ha sido representado en los mapas geológicos con distintas edades, según el criterio de los autores. Todavía hoy la confusión no ha desaparecido, puesto que en trabajos recientes dichos materiales siguen siendo atribuidos indistintamente al Carbonífero, Pérmico, Permotrias y Triás, a pesar de que tanto las observaciones de campo como los hallazgos paleontológicos indican sin lugar a dudas que se trata de materiales de la facies Buntsandstein (Triás inferior) afectados por una intensa diagénesis próxima al metamorfismo.

INTRODUCCION

Los rasgos básicos de la geología del Moncayo fueron establecidos principalmente por VERNEUIL Y LORIERE (1854), MARTIN DONAYRE (1874), PALACIOS (1890, 1892) y RICHTER (1930) en el marco de estudios regionales más amplios realizados con fines principalmente cartográficos. Mayor precisión han aportado las cartografías modernas de ESNAOLA y MARTIN (1973) y ARAGONES et al. (1980). Si bien el Triás en facies normal de zonas próximas ha sido objeto de estudios de detalle (WURM, 1911; TALLOS, 1984; ARRIBAS, 1984, 1985) éste no es el caso de la serie

* Servei Geològic de Catalunya. Diputació, 92; 08015 Barcelona.

del Moncayo, cuyos aspectos sedimentario, metamórfico y estructural son poco conocidos aún. La geomorfología ha sido estudiada por PELLICER (1984).

Constituye el Moncayo una sucesión de unos 400 m. de potencia formada por cuarcitas y pizarras alternantes, con un paquete de conglomerados cuarcíticos en la base, discordante sobre un paleozoico plegado (datado como Ordovícico, antiguamente Silúrico inferior), que pasa lateralmente a facies típicas del Buntsandstein y que soporta materiales margosos y carbonatados del Triás medio y superior. Dicha sucesión forma un anticlinal laxo de dirección aproximada NW-SE en cuyo eje llega a aflorar el Paleozoico infrayacente (en el Santuario y en el barranco de Morana); se trata de un anticlinal asimétrico con vergencia NE, que cierra periclinalmente al NW.

La edad de los materiales del Moncayo ha sido muy discutida en la literatura geológica. Considerada como triásica en el siglo pasado, ha sido atribuida posteriormente al Carbonífero por algunos autores, y mas recientemente al Permo-Triásico. En este artículo se examinará el estado de la cuestión, con la revisión de la literatura y su discusión posterior.

LA EDAD DE LA SERIE DEL MONCAYO EN LA LITERATURA GEOLOGICA

En 1841, EZQUERRA, en el que se considera el primer trabajo geológico sobre la región, atribuyó la serie del Moncayo al Devónico, al considerarla equivalente de las facies *Old Red Sandstone*. WILLKOMM, en 1853, siguiendo el mismo criterio, creyó devónicas las rocas que definió como grauwas en el Moncayo.

La primera descripción geológica del Moncayo, así como la correlación de la serie con la *Arenisca Roja Moderna* (Trias) se debe a VERNEUIL y LORIERE (1854); esta propuesta fue rápidamente aceptada por EZQUERRA (1856), quien rectificó su antiguo punto de vista, y posteriormente por MARTIN DONAYRE (1874) en su descripción geológica de la provincia de Zaragoza (fig. 1); por ARANZAZU (1877) en su descripción geológica de varias provincias (donde notó la diferencia de facies entre la serie del Moncayo y el Triás típico); también por PALACIOS en sus descripciones geológicas de la provincia de Soria (1890, fig. 2) y del Sur de la provincia de Zaragoza (1892, fig. 3). Gracias a los trabajos de PALACIOS (quien encontró *Fraena rouaulti* LEV, una cruziana frecuente en el Ordovícico inferior, en el Paleozoico del Moncayo), fue posible la formación de la Hoja de Zaragoza del Mapa Geológico 1:400.000, en la cual el Moncayo figura como Triás (fig. 4).

En 1903, VICENTE, en el único trabajo geológico que se refiere específicamente al Moncayo (en el cual notificó el hallazgo de huellas de *Chirotherium* cerca del Santuario) afirmó que el Triás ocupaba el coronamiento y la mayor parte de las laderas de todo el monte. NAVAS (1904) mencionó entre la fauna del Moncayo el *Chirotherium* descubierto en 1895 por D. Ignacio de Inza, como batracio triásico (fig. 5). Sin embargo, en 1906, NAVAS creó una nueva especie con las icnitas fósiles: el *Chirosaurus ibericus*; no obstante, al suponerlas procedentes del nivel de cruzianas, interpretó el hallazgo como silúrico. FERRANDO, en 1913, asignó edad silúrica a toda la serie, al suponerla

concordante con el Paleozoico infrayacente. Entretanto, WURM (1911) había realizado el primer trabajo estratigráfico sobre el Trías de la región, al Sureste del Moncayo, comprobando la presencia de los tres niveles del Trías germánico, y caracterizando el Muschelkalk mediante una fauna de moluscos.

PALACIOS, en 1917, basándose en la semejanza petrográfica de la serie con el Carbonífero Estefaniense del Pirineo navarro, ratificando la discordancia de las pudingas del Cucharón con el Silúrico, y aduciendo la presencia de dudosos *Calamites* o *Equisetum* cerca de la cumbre, atribuyó al conjunto edad carbonífera. Este trabajo dio lugar a una réplica inmediata de GÓMEZ DE LLARENA (1917), quien halló un nuevo ejemplar de *Chirotherium* en el camino de la fuente de San Gaudioso al Santuario (fig. 6), distinto del descubierto por Navàs y parecido al encontrado por Calderón en Molina de Aragón. Para Gómez, la presencia de *Chirotherium* confirmaba la edad triásica de la serie (fig. 7). Insistió PALACIOS (1918) en que la diferencia de facies entre la serie del Moncayo y el Trías normal implicaba diferencias sedimentarias que dificultaban la correlación entre ambas. FERRANDO (1918) se sumó a la opinión de Palacios, sugiriendo que especies del género *Chirotherium* podrían haber vivido en alguna de las edades paleozoicas. Como consecuencia de esta polémica, el Mapa Geológico fué modificado en su segunda edición (1923), en la cual aparece un afloramiento de edad carbonífera en el Moncayo, rodeado por afloramientos triásicos (fig. 8).

En 1930, RICHTER, en su fundamental estudio geológico de la Cordillera Ibérica (el primero con una concepción moderna de la geología), ratificó la edad triásica de la serie del Moncayo, al observar el cambio de facies entre ésta y las series típicas del Buntsandstein, así como su recubrimiento por el resto del Trías en sucesión normal (fig. 9). En la cartografía de Richter, que por primera vez introducía elementos estructurales (fig. 10), basó HERNANDEZ SAMPELAYO (1942) su esquema geológico de las Montañas Celtibéricas.

Entretanto, NAVAS (1931) insistió en la edad carbonífera de la serie, citando nuevos hallazgos de *Chirotherium* y de plantas fósiles. SALA, en 1947, en una síntesis sobre el Moncayo, citó terrenos silúricos en su parte alta, así como la existencia de algunos reducidos afloramientos del Devónico y del Carbonífero. BATALLER y LARRAGAN (1955), en su Hoja de Tabuena 1:50.000 siguieron el criterio de Ferrando y Navàs, según los cuales el *Chirotherium* pudo ser Carbonífero, con la cual el Moncayo figuró con esta edad en su Mapa, como en la segunda edición del 1:400.000 (figs. 11 y 12). En 1956 expuso BATALLER el estado de confusión creado en torno a las huellas encontradas por el P. Navàs supuestamente en el Silúrico, y por Gómez de Llarena en terrenos considerados carboníferos por unos autores y triásicos por otros.

Fué LEONARDI (1959), quien al revisar los hallazgos de *Chirotherium* en España resolvió definitivamente la cuestión, al señalar que la edad de las icnitas es eotriásica, y que Navàs las encontró en un bloque caído, con lo cual dio la razón a Gómez de Llarena. El autor conservó el nombre de *Ch. ibericus* para las icnitas de Navàs (dos formas próximas a *Ch. hessei*, *Ch. diabloensis* y *Ch. coltoni*) puesto que no pudo hallar los tipos,

al parecer perdidos durante la Guerra Civil; y clasificó la de Gómez de Llanera como *Ch. barthi*.

En 1971 se publicó la cartografía geológica de síntesis a 1:200.000, en la cual el macizo del Moncayo aparece dividido entre las hojas de Soria y Zaragoza. En la primera (IGME, 1971), una cartografía inédita de Esso Ibérica atribuye la serie del Moncayo a la Facies Buntsandstein; en tanto que en la segunda aquella aparece como Carbonífero, al haber incorporado la cartografía de la Hoja de Tabuena 1:50.000 (fig. 13); si bien en la memoria los autores (RIBA et al.) expresan su opinión de que más verosíblemente se trataría de Pérmico o de Permotrias indiferenciado, sin descartar la edad carbonífera de la parte inferior de la serie; a este respecto citan una comunicación oral de Solé Sabaris, según el cual el hallazgo de restos vegetales confirmaría esta edad.

En 1972, DESPARMET et al., en un trabajo sobre las rocas efusivas paleozoicas, afirmaron que no era posible correlacionar la serie del Moncayo con los materiales permo-carboníferos de Sahuquillo (unos 30 km al SW).

En 1973 aparece la Hoja de Olvega de la nueva cartografía MAGNA, en la cual la parte occidental del Moncayo es cartografiada como Buntsandstein (ESNAOLA y MARTIN FERNANDEZ). Idéntico criterio se sigue en la Hoja de Tabuena (ARAGONES et al., 1980), donde se explica la diferencia de facies con el Bunt típico por la intensa diagénesis que afecta a los materiales, la cual se atribuye a un metamorfismo incipiente que no ha llegado a formar nuevos minerales (fig. 14).

En 1981 aparece una nueva edición del Mapa Geológico de la Península a 1:1.000.000, en el cual aparece el manchón carbonífero del Moncayo, al incorporar la cartografía 1:200.000 de síntesis (fig. 15).

Para PELLICER (1984), la controversia sobre la edad de los materiales semimetamórficos del Moncayo no había sido resuelta todavía.

TALLOS (1984) y ARRIBAS (1984, 1985) estudian desde distintos puntos de vista la sedimentación y diagénesis de las facies roja triásicas, a las que la serie del Moncayo pasa lateralmente. Para Tallos se trata de facies Buntsandstein, mientras que Arribas, por correlación litológica con la Rama Castellana de la Cordillera, interpreta el tramo basal de la serie como equivalente de las «*facies saxonienses*», señalando que el cambio brusco de la composición de las areniscas podría representar la discontinuidad entre ambas unidades (fig. 16).

SANZ PEREZ (1987) cartografía como Buntsandstein la serie del Moncayo, si bien en su memoria cita terrenos pérmicos al Norte del Macizo.

DISCUSION

Durante la realización de la investigación minera del área del Moncayo (C.G.S., 1975) y posteriormente durante el estudio geológico de la Hoja de Tabuena

(ARAGONES et al., 1980) tuvimos ocasión de comprobar la equivalencia de la serie del Moncayo con las facies rojas típicas del Buntsandstein, de acuerdo con las observaciones de VERNEUIL (1854), PALACIOS (1890, 1892) y RICHTER (1930) puesto que:

a) Es discordante sobre el Paleozoico en los alrededores del Santuario, mediante el nivel conglomerático del Cucharón.

b) Pasa en concordancia hacia arriba a facies lutíticas y carbonáticas con ofitas, típicas de los niveles Muschelkalk y Keuper (Triás medio y superior).

c) Pasa lateralmente a los materiales detríticos rojos de la Facies Buntsandstein al SE de una línea entre Añon y Beratón, en dirección a Calceña.

Además de los criterios de campo, de por sí concluyentes, existen pruebas paleontológicas que no siempre han sido debidamente tenidas en consideración. Desde 1895 se conoce la existencia de icnofósiles triásicos en la serie del Moncayo. Dichos fósiles, descritos por NAVAS (1906) fueron interpretados por el autor erróneamente como silúricos, con la oposición de GOMEZ DE LLARENA (1917), quien comprobó su presencia en los alrededores del Santuario. Más tarde, fueron interpretados como carboníferos por FERRANDO (1918), NAVAS (1931), BATALLER y LARRAGAN (1955). Finalmente, LEONARDI (1959), al revisar tales hallazgos, fijó definitivamente su edad triásica (y por tanto la edad triásica de la serie). Actualmente es posible precisar aún más la edad de las icnitas, puesto que según HAUBOLD (1970), la forma *Ch. barthii* aparece entre el Scythiense superior y el Ladiniense; DEMATHIEU et al. (1978) sitúan una asociación parecida (procedente de la parte superior de los materiales detríticos del Bunt del extremo NW de la Cordillera) entre el límite Scythiense-Anisiense y el Karniense inferior; CALZADA (1987) atribuye edad Anisiense a un *Ch. barthii* procedente de la parte inferior del Bunt catalán. Así pues, la presencia de *Ch. barthii* y formas asociadas en la serie del Moncayo indica una edad Scythiense superior-Anisiense (Triás inferior, con exclusión de los tramos basales), que confirma plenamente la atribución al Buntsandstein de la serie. Por desgracia, no es posible situar los hallazgos de los alrededores del Santuario en la serie estratigráfica, puesto que verosíblemente proceden de bloques caídos, con lo cual sólo puede descartarse su pertenencia a los tramos más altos de la serie.

Así pues, no solamente los criterios de campo prueban que la serie del Moncayo es equivalente de las facies Buntsandstein, sino que además aquella ha sido datada como Triásico inferior con toda seguridad mediante icnofósiles. La confusión que existe alrededor de la edad de la serie se debe a la facies, claramente distinta de la del Buntsandstein rojo, puesto que en el Moncayo las típicas areniscas y limolitas rojas aparecen transformadas en cuarcitas claras y pizarras oscuras, grises y azuladas, lo que les confiere un aspecto próximo al de las series paleozoicas. Ello se debe a la acción de intensos procesos diagenéticos, próximos a las primeras transformaciones metamórficas. Es probable que haya que relacionar estos procesos con el metamorfismo descrito por GUIRARD y SOUQUET (1985) en la sierra de los Cameros, donde los materiales wealdenses aparecen afectados por un metamorfismo cretácico de baja presión y elevado

gradiente geotérmico, que revela la presencia de un foco de calor a tan sólo 25 km al NW del Moncayo (fig. 17).

Queda pendiente la cuestión de la presencia de materiales pérmicos en los tramos inferiores de la serie detrítica, como propuso RIBA et al. en 1971. Anteriormente ya se había sugerido la presencia del Pérmico en los tramos basales de la arenisca roja del Triás inferior con carácter general para toda la Cordillera Ibérica (PALACIOS 1917, SAENZ GARCIA 1945). Para ARRIBAS (1985) en zonas próximas, los tramos inferiores del Bunt, principalmente lutíticos y conglomeráticos, pueden representar las «*facies saxonienses*» de la Rama Castellana de la Cordillera. Sin embargo, ya RICHTER (1930) notó la ausencia de conglomerados que permitieran establecer la separación entre un supuesto Pérmico y el Triás suprayacente; así como la ausencia de fósiles pérmicos. Nosotros (ARAGONES et al., 1980) no hallamos la discordancia, ni el nivel de alteración que según VIRGILI (1987) posibilitan la separación entre Pérmico y Triás en la Cordillera Ibérica. Tampoco HERNANDO y RINCON (1987) han identificado el Pérmico en series similares a las del Moncayo en la sierra de la Demanda. Por todo ello, es preferible referir por el momento la serie al Buntsandstein, y descartar el término «Permotrias». Sin embargo, cabe la posibilidad de que la base del Buntsandstein sea pérmica: según VIRGILI (1987) el comienzo de la sedimentación del Bunt, que significa la generalización del régimen distensivo postherciniano, no sucede exactamente en el límite entre Pérmico y Triás, sino a finales del Pérmico, sin que ello signifique que la base del Bunt sea siempre de edad pérmica, ya que el desarrollo de las cuencas distensivas no es sincrónico. Así pues, no es imposible que algún día se encuentren fósiles pérmicos en la base de la serie, sin que ello signifique que haya que separar una unidad pérmica en la base (a menos que se identifique con seguridad la discordancia antes mencionada), ni tampoco que el término «Permotrias» sea el más adecuado a las facies detríticas del Triásico inferior.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el Museo Geológico del Seminario de Barcelona. El autor agradece los comentarios del Dr. S. Calzada; y a J.M. Moraleja la realización de las fotografías que acompañan al texto.

NOTA DE LA REDACCION

Ante la imposibilidad de reproducir las figuras en color, como este caso obliga, el Consejo de Redacción de *Tvriaso* ha creído oportuno respetar las referencias a las figuras y su ubicación en el texto e indicar a los lectores que los originales se encuentran a su disposición en el C.E.T.

BIBLIOGRAFIA

ARAGONES, E. et al., 1980.- **Hoja 352, Tabuena**. IGME, Mapa Geológico de España, 1:50.000, 2ª ed. (MAGNA), Hoja y Mem., 37 pp.

ARANZAZU, J.M., 1877.- Apuntes para una descripción físico-geológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara. **Bol. Com. Map. Geol. Esp.**, 4: 2-47.

ARRIBAS, J., 1984.- **Sedimentología y diagénesis del Buntsandstein y Muschelkalk de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (provincia de Zaragoza)**. Tesis Doct. Univ. Compl. de Madrid; 354 pp.

ARRIBAS, J., 1985.- Base litoestratigráfica de las facies Buntsandstein y Muschelkalk en la rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (Zona norte). **Est. Geol.**, 41: 47-57.

BATALLER, J.R.; LARRAGAN, A. de, 1955.- **Hoja 352, Tabuenca**. I.G.M.E., Mapa Geológico de España 1:50.000; Hoja y Mem., 98 pp.

BATALLER, J.R., 1956.- Contribución al conocimiento de los vertebrados terciarios de España. **Cursillos y Conf. Inst. Lucas Mallada**, 3: 11-28.

CALZADA, S., 1987.- Niveles fosilíferos de la facies Buntsandstein (Trías) en el sector norte de los Catalánides. **Cuad. Geol. Iber.**, 11: 256-271.

C.G.S. S.A., 1975.- **Estimación del potencial minero en el subsector VII, Centro-Levante, Area 4, Moncayo**. I.G.M.E., Informe inédito, 6 tomos.

COMISION DEL MAPA GEOLOGICO, 1892.- **Hoja 21, Soria, Zaragoza, Logroño**. Mapa Geol. Esp. 1:400.000. 1ª edición.

DEMATHIEU, G.; RAMOS, A. y SOPEÑA, A., 1978.- Fauna icnológica del Triásico del extremo noroccidental de la Cordillera Ibérica (Provincia de Guadalajara). **Est. Geol.**, 34 (2): 175-186.

DESPARMET, R.; MONROSE, H.; SCHMITZ, V., 1972.- Zur alterstellung der Eruptivgesteine und Tuffite im Nordteil der Westlichen Iberischen Ketten (NE-Spanien). **Munster. Forsch. Geol. Paleontol.** H 24, (3-16): 3-13.

ESNAOLA, J.M. y MARTIN FERNANDEZ, M., 1973.- **Hoja 351, Olvega**. I.G.M.E., Mapa Geol. de España 1:50.000, 2ª ed. (MAGNA). Hoja y Mem., 23 pp.

EZQUERRA DEL BAYO, J., 1841.- Observaciones sobre la sierra del Moncayo. **An. de Minas**, 2, 71-92; **Bull. Soc. Geol. Fr.**, 13: 350-354.

EZQUERRA DEL BAYO, J., 1850-1856.- Ensayo sobre una descripción general de la estructura geológica del terreno de España. **Mem. R. Ac. Cienc. Madrid**, 1: 35-65; 73-107; 161-184; 2: 115-155; 351-399.

FERRANDO, P., 1913.- Estudio de las rocas eruptivas de la provincia de Zaragoza. **Bol. Soc. Arag. de Cienc. Nat.**, 12 (6-7): 128-140.

FERRANDO, P., 1918.- Estratigrafía del Moncayo. **Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.**, 18: 200.

GOMEZ DE LLARENA, J., 1917.- La estratigrafía del Moncayo. **Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.**, 17: 568-572.

GUIRAUD, M. y SEURET, M., 1985.- Releasing solitary overstep model for the late Jurassic-Early Cretaceous (Wealdian) Soria Strike-Slip Basin (North Spain). In: Biddle and Christie-Blick, eds.: **Strike-Slip deformation, Basin Formation and Sedimentation**. S.E.P.M., Spec. Publ. nº 37: 159-176.

HAUBOLD, H., 1970.- **Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium**. Handbuch der Paläoherpetologie, 18; 124 pp.

HERNANDEZ SAMPELAYO, P., 1942.- El sistema siluriano. **Mem. I.G.M.E.**, 45; 848 pp.

HERNANDO, S. y RINCON, R., 1987.- El triásico del sector de Mansilla (Demanda suroriental-La Rioja). **Cuad. Geol. Iber.**, 11: 691-706.

INSTITUTO GEOLOGICO, 1923.- **Hoja 21, Soria, Zaragoza, Logroño**. Mapa Geol. Esp., 2ª ed., 1:400.000.

I.G.M.E., 1971.- **Hoja 31, Soria**. Mapa Geol. 1:200.000. Síntesis de la Cartogr. Exist. Hoja y Mem., 23 pp.

- I.G.M.E., 1981.- **Mapa geológico de la Península Ibérica.** Mapa escala 1:1.000.000.
- LEONARDI, P., 1959.- Orme chirotheriane triassiche spagnole. **Est. Geol.**, 15: 235-245.
- MARTIN DONAYRE, F., 1874.- Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza. **Mem. Com. Mapa Geol. Esp.**: 1, 128 pp.
- NAVAS, L., 1904.- Excursión al Moncayo. **Bol. Soc. Arag. de Cienc. Nat.**, 3 (5-6): 139-167.
- NAVAS, L., 1906.- El Chirostaurus ibericus sp. nov. **Bol. Soc. Arag. de Cienc. Nat.**, 5 (9): 208-213.
- NAVAS, L., 1931.- El Moncayo. **Rev. Acad. Cienc. de Zaragoza**, 15: 60-75.
- PALACIOS, P., 1890.- Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria. **Mem. Com. Mapa Geol. Esp.**, 16: 558 pp.
- PALACIOS, P., 1892.- «Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza. **Bol. Com. Mapa Geol. Esp.**, 19: 1-112.
- PALACIOS, P., 1917.- Nota acerca de la constitución estratigráfica del Moncayo. **Bol. Inst. Geol. Esp.**, 38: 3-11.
- PALACIOS, P., 1918.- La constitución estratigráfica del Moncayo. **Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.**, 28: 101.
- PELLICER, F., 1984.- Geomorfología de las cadenas ibéricas entre el Jalón y el Moncayo. **Cuad. Est. Borjanos**, 11-12: 389 pp; 13-14 (Mapas).
- REY DE LA ROSA, J., 1973.- Trabajo de investigación de Pb-Zn en la reserva de «Loma Charra» en la provincia de Soria. **Bol. Geol. Min.** 84 (1): 32-43.
- RIBA, O. et al., 1971.- Hoja 32, Zaragoza. I.G.M.E., Mapa Geol. de Esp. 1:200.000, Síntesis de la Cart. Exist. Hoja y Mem., 33 pp.
- RICHTER, G., 1930.- Die iberischen ketten zwischen Jalón und Demanda. **Abh. Ges. Wiss. Gott. Math-Phys Kl. N.F.** 16 (3): 47-118. **Publ. Extr. S. Geol. Esp.**, 9: 66-142 (1956).
- SAENZ GARCIA, C., 1945.- Bases para la revisión del mapa geológico de la provincia de Soria. **Las Ciencias**, 10 (1): 3-12.
- SALA, I., 1947.- Excursión científica al Moncayo. **Ibérica**, 3 (6): 302-310.
- SANZ PEREZ, E., 1987.- El karst del Sur y Oeste del Moncayo. **MOPU, Inform. y Est.**, 47. 159 pp.
- TALLOS A., 1984.- Distribución y evolución sedimentaria de las facies detríticas triásicas de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. **II Congreso Esp. Geol.**, 1: 87-108. Segovia.
- TALLOS A., 1984.- Evolución y características petrográficas del Buntsandstein de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. **II Congreso Esp. Geol.**, 1: 271-284. Segovia.
- VERNEUIL Y LORIERE, 1854.- Tableau de détermination des altitudes observées en Espagne, pendant l'été de 1853, accompagnée d'un aperçu du voyage. **C. R. Ac. Sc. Fr.**, 11: 661-711.
- VICENTE, M., 1903.- Notas geológicas sobre el Moncayo. **Bol. Soc. Arag. de Cienc. Nat.**, 2 (9): 253-261; (10): 297-306.
- VIRGILI, C., 1987.- Problemática del Triás y Pérmico superior del bloque ibérico. **Cuad. Geol. Ibér.**, 11: XXXIX-LII.
- WILLKOMM, M., 1853.- Sobre la constitución geológica de España. **Rev. Minera**, 4: 443-449; 467-478; 499-510; 543-551; 582-585.
- WURM, A., 1911.- Untersuchungen über den Geologischen bau und die Trias von Aragonien. **Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.**, 63 (1): 38-175.