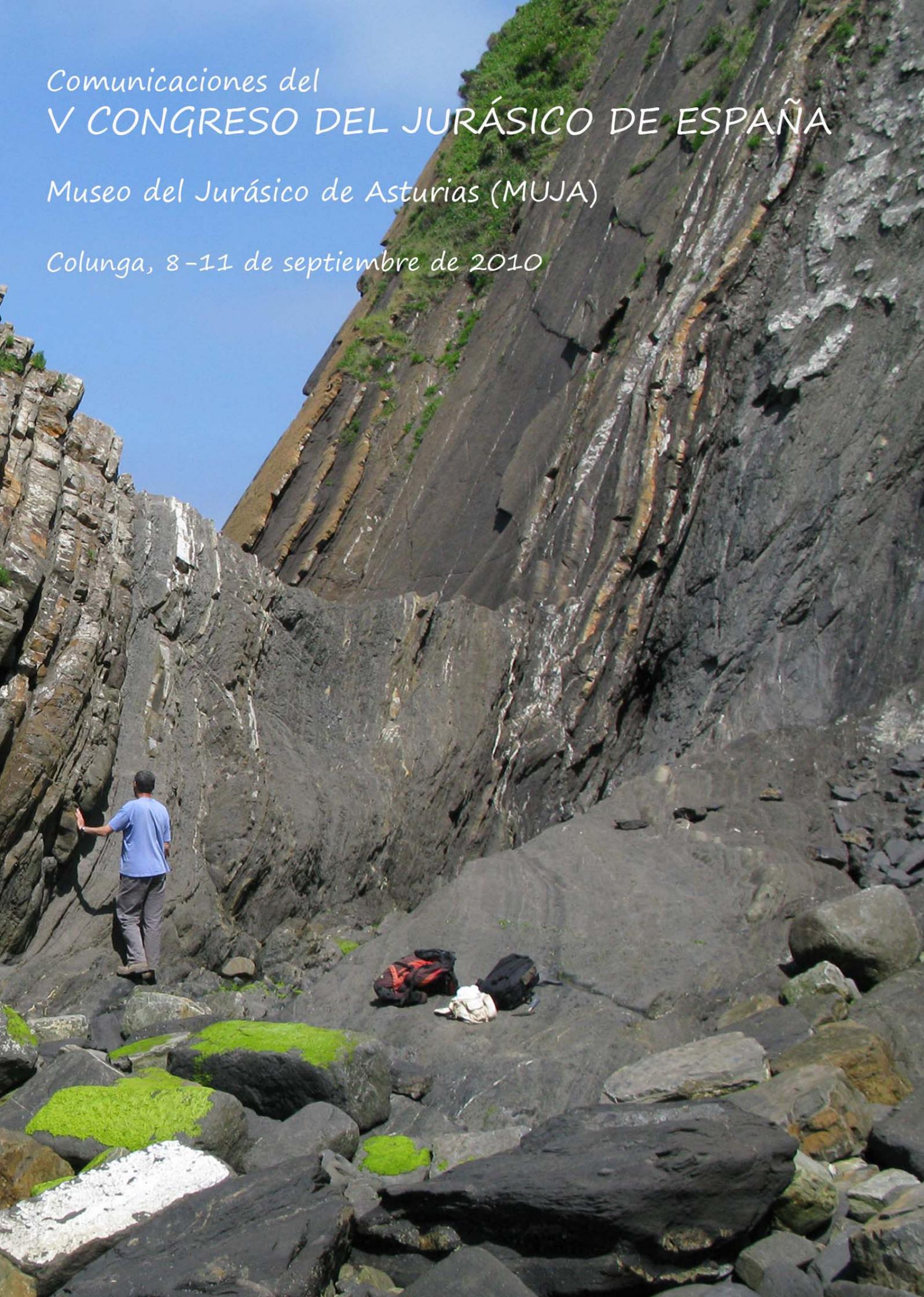


*Comunicaciones del
V CONGRESO DEL JURÁSICO DE ESPAÑA*

Museo del Jurásico de Asturias (MUJA)

Colunga, 8-11 de septiembre de 2010



Ficha catalográfica

Comunicaciones del V Congreso del Jurásico de España. Museo del Jurásico de Asturias (MUJA), Colunga, 8-11 de septiembre de 2010.

José Ignacio RUIZ-OMEÑACA, Laura PIÑUELA y José Carlos GARCÍA-RAMOS, Editores

Colunga: Museo del Jurásico de Asturias

xi + 210 pp.; 65 il.; 29,7 x 21 cm

ISBN-13: 978-84-693-3695-3

CDU: 56(063) Paleontología. Fósiles. (Congresos).

Maquetación: José Ignacio Ruiz-Omeñaca y Laura Piñuela

Imprime: Servitec, Oviedo

Textos e ilustraciones: copyright© 2010, de los respectivos autores

Fotografía de cubierta: copyright© 2010, José Carlos García-Ramos

Diseño de logotipo: copyright© 2009, José Ignacio Ruiz-Omeñaca

ISBN-13: 978-84-693-3695-3

Depósito legal: AS-3698-2010

Ejemplo de cita:

Aurell, M., Bádenas, B., Ipas, J. & Ramajo, J. (2010): El Jurásico de la Cordillera Ibérica central: organización secuencial y dinámica sedimentaria. En: *Comunicaciones del V Congreso del Jurásico de España. Museo del Jurásico de Asturias (MUJA), Colunga, 8-11 de septiembre de 2010* (J.I. Ruiz-Omeñaca, L. Piñuela & J.C. García-Ramos, Eds.). Museo del Jurásico de Asturias, Colunga, 3-9.

Grandes contramoldes de icnitas de saurópodos en el Tithónico-Berriasiense de la Formación Villar del Arzobispo en Galve (Teruel)

Big casts of sauropod footprints in the Tithonian-Berriasian of Villar del Arzobispo Formation in Galve (Teruel)

Castanera, D.¹, Canudo, J.I.¹, Díaz-Martínez, I.^{1,2,3}, Herrero Gascón, J.⁴ y Pérez-Lorente, F.^{2,3}

1: Grupo Aragosaurus-IUCA. Área de Paleontología. Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. c/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. España. dcastanera@unizar.es, jicanudo@unizar.es

2: Universidad de La Rioja. Edificio CT. c/ Madre de Dios, 51-53. E-26006 Logroño. España. inaportu@hotmail.com, Felix.perez@unirioja.es

3: Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja. c/ Portillo, 3. E-26586 Enciso. España.

4: Guías de Galve S.L. c/El Horno, 28. E-44124 Moscardón. España. guiasdegalve@msn.com

Abstract: *Big casts of sauropod footprints located in the lower part of the Villar del Arzobispo Formation (Jurassic-Cretaceous transition) are described for the first time. The footprints occur in a sandstone layer, where the macronarian Galvesaurus was found. Some features of the footprints make possible to relate the tracks with the trackmaker. The presence of digit I in the manus, the manus morphology, semicircular, the marks of the digits in the pes (I-III with claw marks and IV-V), and the heteropody suggest that macronarian neosauropods are the best candidates.*

Key words: *sauropod trackway, Jurassic-Cretaceous, pollex, Neosauropoda, Galvesaurus.*

Introducción

El registro de dinosaurios en el tránsito Jurásico-Cretácico de la Península Ibérica presenta una mezcla de taxones europeos, norteamericanos y posibles endemismos. Los saurópodos están representados por seis especies y restos fragmentarios de otros taxones (Antunes & Mateus, 2003; Canudo, 2009). Los saurópodos ibéricos de este intervalo temporal pertenecen a eusaurópodos no neosaurópodos (turiasaurios), diplodocoideos, macronarios basales y/o titanosauriformes basales (Casanovas *et al.*, 2001; Antunes & Mateus, 2003; Barco *et al.*, 2005; Royo-Torres *et al.*, 2006). En el tránsito Jurásico-Cretácico existe un abundante registro de icnitas de saurópodos, lo que permite una comparación entre los taxones representados con huesos e icnitas en las mismas formaciones.

Galve (Teruel) es una de la localidades españolas de referencia para el estudio de huesos, cáscaras de huevo e icnitas de vertebrados mesozoicos (ver Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2004). El tránsito Jurásico-Cretácico (Tithónico-Berriasiense) en Galve, está representado en la Formación Villar del Arzobispo con huesos fósiles e icnitas de dinosaurios. Éstas son relativamente abundantes en toda la formación, habiéndose descrito de terópodos, ornitópodos y saurópodos. Todas ellas están conservadas como epirrelieves de los autópodos. Las huellas de saurópodo son las dominantes y están presentes en todos los yacimientos conocidos, con al menos tres morfotipos distintos (Pérez-Lorente, 2009).

Los rastros de saurópodos conservados como contralmoldes (hiporrelieves convexos) son raros en el registro fósil (Meyer *et al.*, 1994), encontrándose con relativa frecuencia icnitas aisladas con esta conservación (Milàn *et al.*, 2005; Platt & Hasiotis, 2006; Lockley *et al.*, 2008; Mateus & Milàn, 2010). El objetivo principal de este trabajo es describir por primera vez el rastro del yacimiento José María Herrero (JMH) constituido por contramoldes de saurópodos. También se relacionan las icnitas con los saurópodos descritos en la Península Ibérica en el intervalo Jurásico-Cretácico.

Descripción geológica del yacimiento

El yacimiento JMH son areniscas de la parte inferior de la Formación Villar del Arzobispo (Fig. 1). En la base de estas areniscas se encuentran los contramoldes. Estratigráficamente es el mismo nivel que el yacimiento donde se definió el saurópodo *Galvesaurus herreroi* BARCO, CANUDO, CUENCA-BESCÓS *et* RUIZ-OMEÑACA 2005 (Barco *et al.*, 2005).

Esta formación representa ambientes transicionales desde facies marinas de plataforma somera a medios de influencia continental. Son términos carbonatados y terrígenos relacionados con una llanura deltaica dominada por procesos fluviales y mareales. La edad obtenida con foraminíferos y estratigrafía secuencial es Tithónico medio-Berriasiense inferior/medio (Díaz-Molina & Yébenes, 1987; Aurell *et al.*, 1994; Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2004).

El yacimiento JMH se encuentra en una sección dominada por materiales siliciclásticos (Fig. 1). Por encima de unos niveles lutíticos de colores rojo-grisáceos con alguna intercalación de material margoso, se observa un estrato de arenisca de un metro de potencia en cuya base se conservan las icnitas. Las pisadas se produjeron en el estrato lutítico inferior y posteriormente fueron rellenadas por materiales arenosos. El espesor de los contramoldes es variable (de 20 a 30 cm) y se observa una discontinuidad entre éstos y la base del estrato. Las características litológicas del afloramiento permiten incluirlo en la asociación de facies 2 de Más *et al.* (1984), donde predominan los materiales siliciclásticos frente a los carbonatados. Éstos autores interpretan esta asociación de facies como un sistema de llanuras de marea siliciclásticas con un término submareal carbonatado y canales que surcaban las llanuras.

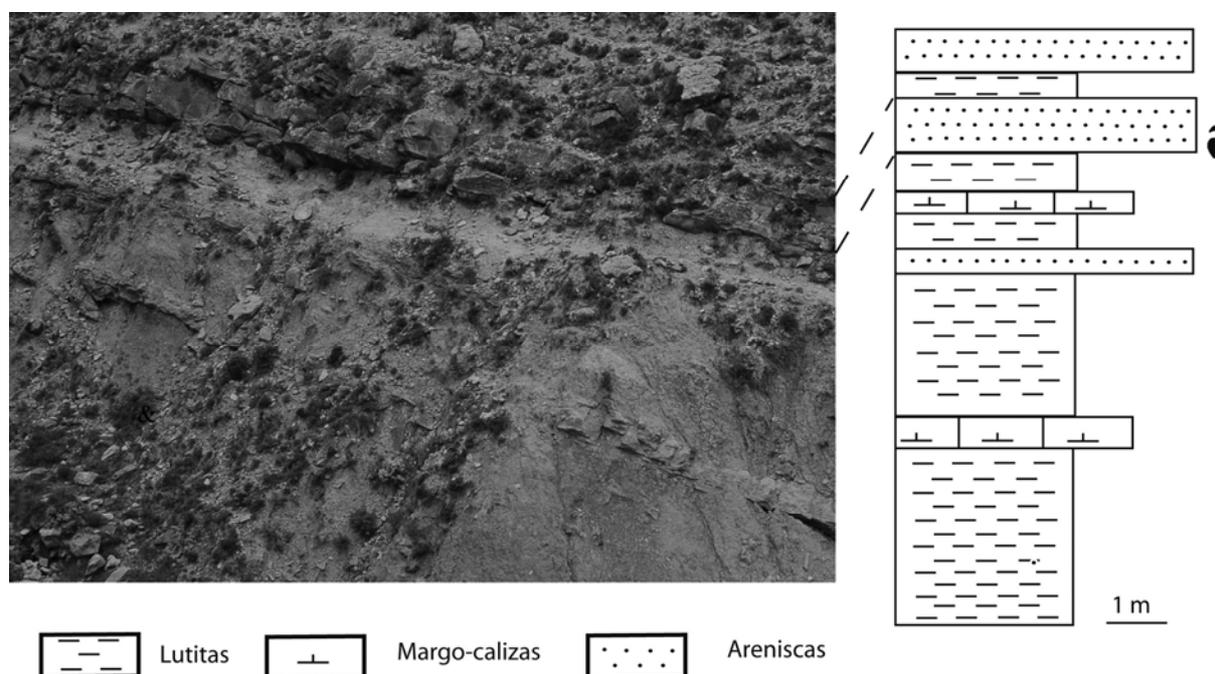


Figura 1. Vista general del yacimiento JMH. Nótese el relieve de los contramoldes en la parte inferior del estrato de arenisca.

Material y Métodos

Las condiciones del afloramiento, situado en la ladera de un barranco, no permiten realizar todas las medidas estándar para describir el rastro, ya que en un tramo afloran las icnitas

izquierdas, mientras que en otro lo hacen las derechas. No se han podido calcular la anchura interna, anchura externa y el *trackway ratio* (Romano *et al.*, 2007) para determinar la anchura del rastro según este parámetro. Las icnitas se han numerado como JMH1.Xm/p, donde X indica su posición en el rastro y m/p si se trata de mano o pie, respectivamente.

En el caso de las manos se han conservado dos icnitas: JMH1.14m que estaba *in situ* en el momento de realizar las medidas y que en la actualidad ha caído el bloque completo junto con su par JMH1.14p; y JMH1.7m que se encontró caída, suelta, entre JMH1.7p y JMH1.9p y que está depositada en el Museo Municipal Paleontológico de Galve. Se han conservado 8 icnitas de pies. Las medidas de los pies únicamente se han podido medir en JMH1.14p. La longitud de los dedos y su separación se han medido en JMH1.9p, JMH1.11p y JMH1.14p. Se han considerado los valores de heteropodia y orientación del par mano-pie JMH1.14 como representativos del resto del rastro. La heteropodia se ha calculado mediante la fórmula: $IH = [(La \times Aa)/(Lp \times Ap)] \times 100$ (Moratalla García, 1993). La zancada más regular de la marcha está en los intervalos JMH1.5p-JMH1.9p y el paso se ha estimado en base a estos valores.

Descripción de las icnitas

El rastro está formado por diez icnitas, ocho de ellas se atribuyen a los pies y dos a las manos. Seis de los contramoldes de pies son izquierdos (de JMH1.1p a JMH1.11p) y dos derechos (JMH1.14p y JMH1.16p), mientras que las manos son una derecha (JMH1.14m) y una izquierda (JMH1.7m). Los contramoldes presentan estrías producidas por la entrada y/o la salida de los autópodos en el barro. Están especialmente bien marcadas en la mano JMH1.7m (Fig. 2A).

Los pies tienen forma triangular con la parte anterior más ancha que la posterior. Su longitud es aproximadamente de 1 m de longitud y 70 cm de anchura. Presentan marcas de cinco dedos, de los cuales los tres primeros están orientados lateralmente. Éstos tienen terminación acuminada, con hypex agudos. Su longitud es de hasta 12 cm y apenas se observa variación de tamaño (Fig. 2B). La separación entre los dedos varía entre 13 y 32 cm. Las marcas del final de los dedos IV y V son redondeadas. La base de las icnitas es plana.

Las icnitas de las manos son semicirculares y ligeramente asimétricas, tienen 36 cm de longitud y 55 cm de anchura. En una de ellas (JMH1.7m) destaca la marca del *pollex* (Fig. 2A) que sobresale medialmente y cuya longitud es de 10 cm.

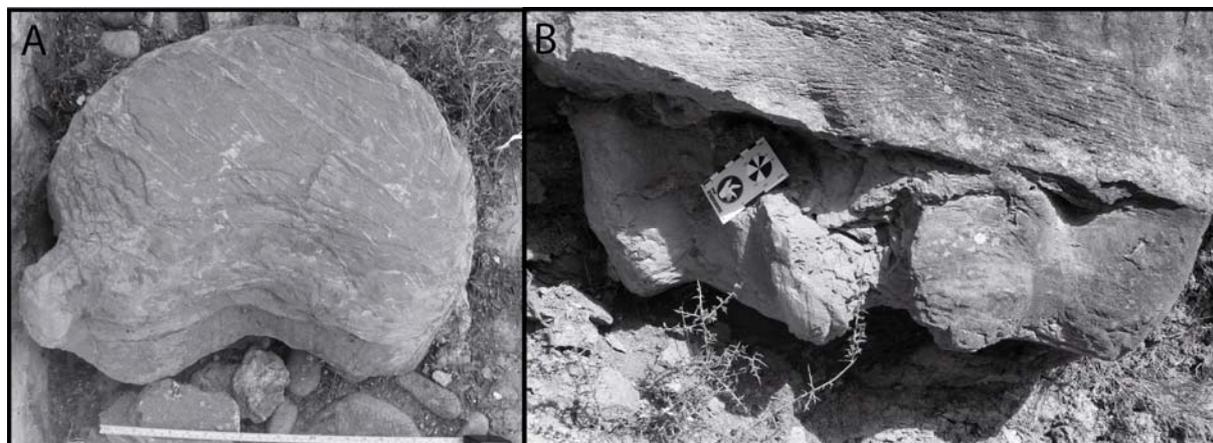


Figura 2. Icnitas del yacimiento JMH. A: vista inferior del contramolde JMH1.7m. Nótese la marca del dedo I (parte inferior izquierda) y la estrías (parte inferior). Escala: 50 cm. B: detalle de los dedos de la icnita JMH1.9p. Escala: 8 cm.

La heteropodia es aproximadamente de 1:3 (IH = 30%). La orientación de las manos es subparalela a la línea media mientras que la de los pies es de unos 40°. El paso y la zancada son de 2,2 m y de 3 m aproximadamente.

Discusión

La identificación de los dinosaurios productores de las huellas debe basarse en sinapomorfias osteológicas conservadas en las icnitas, pero también son importantes el tamaño de éstas y la procedencia, tanto geográfica como geológica (Carrano & Wilson, 2001). Estos autores indican que la relación icnita-icnopoyeta sólo puede atribuirse con “absoluta certeza” cuando se conserva el animal al final de un rastro. Relacionar directamente el rastro JMH1 con *Galvesaurus* BARCO, CANUDO, CUENCA-BESCÓS *et* RUIZ-OMEÑACA 2005, por el hecho de encontrarse en similares niveles estratigráficos resulta cuanto menos atrevido, teniendo en cuenta que en la misma formación hay otros saurópodos descritos.

A pesar de no tener datos exactos sobre la anchura interna, la posición de las icnitas parece indicar que no se trataría de un rastro estrecho *s.s.*, dónde los pies pisan la línea media (Farlow, 1992) ya que en ese caso deberían aflorar los talones de los pies derechos en alguna parte del rastro donde se observan hasta seis icnitas del lado izquierdo. Durante el Jurásico Superior los rastros estrechos se relacionan con los diplodocoideos mientras que los rastros anchos se atribuyen principalmente a macronarios titanosauriformes (Wright, 2005).

Platt & Hasiotis (2006) relacionan con dudas una mano conservada como contramolde en la Formación Morrison (Jurásico Superior) con los diplodócidos, en base a la marca del *pollex*. En este caso la marca del dedo I en relación al tamaño de la icnita parece mayor que en el caso de JMH. La marca tan acusada del dedo I es un carácter que sólo se ha descrito en *Polyonyx* SANTOS, MORATALLA *et* ROYO-TORRES 2009 del Jurásico Medio de Portugal (Santos *et al.*, 2009). Estos autores relacionan en base a este carácter, la forma de la mano (“intermedia entre la no tubular de saurópodos más primitivos y la tubular de los saurópodos más derivados”), y la baja heteropodia (1:2) con los eusaurópodos no neosaurópodos. Además este icnogénero se caracteriza por ser un rastro ancho. Las icnitas del rastro JMH1 difieren en algunos caracteres con este icnogénero como son la heteropodia (1:3); la forma de los pies, con marcas de uñas en los tres primeros dedos dirigidas lateralmente en lugar de cuatro dirigidas antero (I-II) y lateralmente (III y IV); y de la mano (ligeramente asimétrica *vs.* asimétrica).

La marca del dedo I permite descartar los titanosauriformes más derivados como titanosaurios. Además el gran tamaño del dedo I lo diferencia de los titanosauriformes más primitivos como *Brachiosaurus* RIGGS 1903 (Wright, 2005). Milàn *et al.*, (2005) relacionan un contramolde de mano con marca del *pollex*, encontrado en el Jurásico Superior de Portugal, con los braquiosáuridos. Sin embargo en este caso las dimensiones del *pollex* (en relación con la mano), son mucho menores que en el caso de JMH (10 cm). Platt & Hasiotis (2006) también relacionan un contramolde de mano de la Formación Morrison (Jurásico Superior) con los braquiosáuridos, y que tiene los caracteres típicos de los titanosauriformes, almohadilla anterior que representa los dedos II-IV, y dedos I y V en posición posteriomedial. En este caso a pesar de que también se observa la marca del dedo I la forma de la mano (circular) es completamente distinta, y en las icnitas del yacimiento JMH no se observan marcas del dedo V. En el Berriasiense de la provincia de Soria también se han descrito icnitas de saurópodo con valores similares de heteropodia y marcas de dedo I (Pascual Arribas *et al.*, 2008). En este caso, los rastros son de “vía estrecha-intermedia” y los autores lo relacionan con los macronarios no titanosauriformes.

Las icnitas del yacimiento JMH presentan caracteres suficientes como para descartar algunos de los grupos de saurópodos representados en el tránsito Jurásico-Cretácico de la

Península Ibérica (Canudo, 2009). Como se ha visto, descartados los saurópodos más derivados (Titanosauriformes), los caracteres de las icnitas se asemejan más a los neosaurópodos que a los eusaurópodos no neosaurópodos. Dentro de los neosaurópodos distinguir entre los diplodocoideos y los macronarios es una tarea compleja con los datos que se dispone. Sin embargo el tipo de rastro (aparentemente no es estrecho) y la diferencia del dedo I podrían ser criterios para relacionarlos con los macronarios, aunque no se puede descartar con certeza a los diplodocoideos como posibles autores. *Galvesaurus* es un neosaurópodo macronario (Barco *et al.*, 2005) y por tanto es coherente con la morfología de las icnitas.

Conclusiones

Se describe un rastro de saurópodo conservado como contramoldes del yacimiento José María Herrero (JMH) en la Formación Villar del Arzobispo (Tithónico-Berriasiense). La presencia de marca del dedo I y la forma semicircular de la mano, así como la presencia de cinco dedos con marcas de uñas en los tres primeros y una heteropodia de 1:3 permite relacionar las icnitas con los neosaurópodos probablemente macronarios. Esto es de destacar ya que en el mismo nivel estratigráfico se definió el macronario *Galvesaurus*. La correlación directa *Galvesaurus*-icnitas JMH en base a la situación estratigráfica es insuficiente, pero se puede apuntar que la forma de las icnitas es coherente con la posición filogenética de este taxón.

Agradecimientos

El grupo Aragosaurus-IUCA está subvencionado por la Diputación General de Aragón (Patrimonio Cultural y Grupos Consolidados) y el Ministerio de Ciencia y Tecnología (CGL2007-62469). D. Castanera es beneficiario de una Beca de Formación de Profesorado Universitario del Ministerio de Educación. I. Díaz-Martínez agradece a la Fundación Patrimonio Paleontológico de la Rioja la beca Maderas Garnica. También se agradecen los comentarios sobre el manuscrito de Laura Piñuela que han ayudado a mejorar el trabajo.

Referencias

- Antunes, M.T. & Mateus, O. (2003): Dinosaurs of Portugal. *Comptes Rendus Palevol*, 2: 77-95.
- Aurell, M., Más, R., Meléndez, A. & Salas, R. (1994): El tránsito Jurásico-Cretácico en la Cordillera Ibérica: relación tectónica-sedimentación y evolución paleogeográfica. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 18: 369-396.
- Barco, J.L., Canudo, J.I., Cuenca-Bescós, G. & Ruiz-Omeñaca, J.I. (2005): Un nuevo dinosaurio saurópodo *Galvesaurus herreroi* gen. nov., sp. nov., del tránsito Jurásico-Cretácico en Galve (Teruel, NE de España). *Naturaleza Aragonesa*, 15: 4-17.
- Canudo, J.I. (2009): Dinosaurios ibéricos, final del Jurásico y la Formación Morrison. *Zubía*, 27: 53-80.
- Carrano, M.T. & Wilson, J.A. (2001): Taxon distributions and the tetrapod track record. *Paleobiology*, 27: 564-582.
- Casanovas, M.L., Santafé, J.V. & Sanz, J.L. (2001): *Losillasaurus giganteus*, un nuevo saurópodo del tránsito Jurásico - Cretácico de la cuenca de "Los Serranos" (Valencia, España). *Paleontología i Evolució*, 32-33: 99-122.
- Díaz Molina, M. & Yébenes, A. (1987): La sedimentación litoral y continental durante el Cretácico Inferior. Sinclinal de Galve, Teruel. En: *Geología y paleontología (arcosaurios) de los yacimientos cretácicos de Galve (Teruel) y Tremp (Lérida)* (J.L. Sanz, Coord.). *Estudios geológicos*, volumen extraordinario Galve-Tremp: 3-21.
- Farlow, J.O. (1992): Sauropod tracks and trackmarkers: integrating the ichnological and skeletal records. *Zubía*, 10: 89-138.
- Lockley, M., García-Ramos, J.C., Piñuela, L. & Avanzini, M. (2008): A review of vertebrate track assemblages from the Late Jurassic of Asturias, Spain with comparative notes on coeval

- ichnofaunas from the western USA: implications for faunal diversity in siliciclastic facies assemblages. *Oryctos*, 8: 53-70.
- Mas, J.R., Alonso, A. & Meléndez, N. (1984): La Formación Villar del Arzobispo: un ejemplo de llanuras de marea siliciclásticas asociadas a plataformas carbonatadas, Jurásico Terminal (NE de Valencia y E de Cuenca). En: *Homenaje a Luis Sánchez de la Torre* (A. Obrador Tuduri, Ed.). Universidad Autónoma de Barcelona (Publicaciones de Geología, 20), Bellaterra, 175-188.
- Mateus, O. & Milàn, J. (2010): A diverse Upper Jurassic dinosaur ichnofauna from central-west Portugal. *Lethaia*, 43: 245–257.
- Meyer, C.A., Lockley, M.G., Robinson, J. & dos Santos, V.F. (1994): A comparison of well-preserved sauropod tracks from the Late Jurassic of Portugal and the Western United States: evidence and implications. *Gaia*, 10: 57-64.
- Milàn, J., Christiansen, P. & Mateus, O. (2005): A three-dimensionally preserved sauropod manus impression from the Upper Jurassic of Portugal: Implications for sauropod manus shape and locomotor mechanics. *Kaupia. Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte*, 14: 47-52.
- Moratalla García, J.J. (1993): *Restos indirectos de dinosaurios del registro español: Paleoicnología de la Cuenca de Cameros (Jurásico superior-Cretácico inferior) y Paleoología del Cretácico superior*. Tesis Doctoral de la Universidad Complutense de Madrid, 727 pp. (inédita)
- Pascual Arribas, C., Hernández Medrano, N., Latorre Macarrón, P. & Sanz Pérez, E. (2008): Estudio de un rastro de huellas de saurópodo del yacimiento de Las Cuestas I (San Cruz de Yanguas, Soria, España). Implicaciones taxonómicas. *Studia geologica salmanticensia*, 44: 13-40.
- Pérez-Lorente, F. (2009): Las huellas de Galve. En: *II Jornadas paleontológicas de Galve, 50 años del descubrimiento del Aragosaurus y 20 años de su definición. Actas. Homenaje a José María Herrero Marzo, Galve (Teruel), 19 y 20 de mayo de 2007*. Instituto de Estudios Turolenses, Teruel, 85-114.
- Platt, B.F. & Hasiotis, S.T. (2006): Newly discovered sauropod dinosaur tracks with skin and foot-pad impressions from the Upper Jurassic Morrison Formation, Bighorn Basin, Wyoming, USA. *Palaios*, 21: 249-261.
- Romano, M., Whyte, M.A. & Jackson, S.J. (2007): Trackway ratio: a new look at trackway gauge in the analysis of quadrupedal dinosaur trackways and its implications for icnotaxonomy. *Ichnos*, 14, 257-270.
- Royo-Torres, R., Cobos, A. & Alcalá, L. (2006): A giant european dinosaur and a new sauropod clade. *Science*, 314: 1925-1927.
- Ruiz-Omeñaca, J.I., Canudo, J.I., Aurell, M., Badenas, B., Cuenca-Bescós, G. & Ipas, J. (2004): Estado de las investigaciones sobre los vertebrados del Jurásico superior y el Cretácico inferior de Galve (Teruel). *Estudios geológicos*, 60: 179-202.
- Santos, V.F. dos, Moratalla, J.F. & Royo-Torres, R. (2009). New sauropod trackways from the Middle Jurassic of Portugal. *Acta Palaeontologica Polonica*, 54: 409-422.
- Wright, J.L. (2005). Steps in understanding sauropod biology: the importance of sauropod tracks. En: *The Sauropods: Evolution and Paleobiology* (K.A. Curry Rogers & J.A. Wilson, Eds.). University of California Press, Berkeley, 252-284.