

Estudio y restauración de yacimientos paleoicnológicos en Villoslada de Cameros (La Rioja. España)

The study and restoration of paleoichnological sites in Villoslada de Cameros (La Rioja. Spain)

S. Caro (*), F. Pérez-Lorente (**) y E Requeta (*)

(*) Centro Paleontológico de Enciso. Portillo,3. 26856 Enciso

(**) Universidad de La Rioja. Madre de Dios 57. 26006 Logroño

ABSTRACT

The more western dinosaurs footprint sites found in La Rioja are described. Despite being the oldest, there are theropod, ornithopod and sauropod dinosaur traces. Because of their decay levels, the restoration of one those paleoichnological sites has been started.

Key words: *Dinosaur, Footprints, Restoration, Early Cretaceous, La Rioja.*

Geogaceta, 30 (2001), 27-30

ISSN:0213683X

Introducción

En los alrededores de Villoslada de Cameros en el interior del Parque de Cebollera, se descubrió un yacimiento de icnitas de dinosaurio del que se recomendó se hiciera su estudio y restauración. El trabajo se planificó para hacer el análisis icnítico del yacimiento, de la composición y estado de conservación de la roca, y de la prospección de los alrededores. La prospección se hizo gracias a la colaboración de la gente que nos indicaron otros cuatro lugares con huellas.

Los yacimientos son los siguientes: **San Prudencio**. Situado al sur de la población, en el talud derecho de la carretera que lleva a la Ermita de Lomos de Orio. Las coordenadas geográficas obtenidas mediante GPS son: latitud 42°06'33 N y longitud 2°41'23 W y las correspondientes UTM 30TWM258615. **Río Maguillo**. Se encuentra en pleno casco urbano con coordenadas de latitud 42°06'86 N y longitud 2°40'56 W. Las coordenadas UTM son 30TWM267625. Los afloramientos de **La Moga 1,2 y 3** se distribuyen en la margen izquierda del Río Mayor, al SW de Villoslada. Sus coordenadas geográficas son: longitud 2°41'16 W y latitud 42°06'32 N. Las correspondientes UTM 30TWM259615.

Los tres yacimientos se encuentran (figura 1) en sedimentos de las facies Weald de la Cuenca de Cameros. Según Cámara *et al.* (1982) estarían en la unidad J₃₂-C₁₁^{2sc} del Grupo Oncala Tischer (1965) compuesta por "areniscas con esporádicos niveles calcáreos" de edad de Titónico-Berriasiense. En trabajos más recientes, Mas *et al.* (1993) y Martín-Closas *et al.* (1998) fechan la edad de las rocas que contienen las icnitas como Berriasiense medio.

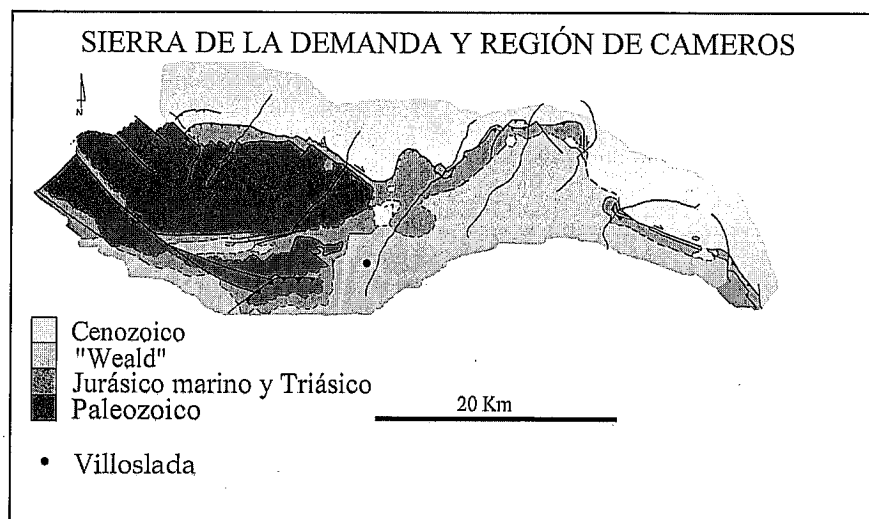


Fig. 1.- Localización de los yacimientos icnológicos.

Fig. 1.- Situation of the ichnological sites

YACIMIENTOS MÁS ANTIGUOS DE LA RIOJA			
Yacimiento	Localidad	Edad	Referencia
Virgen del Prado	Aguilar del Río Alhama	Titónico-Berriasiense	Moratalla (1993)
Camino a Tregujantes	Terroba	Portlandiense-Berriasiense	(Casanovas et al., 1995)
San Prudencio	Villanueva de Cameros	Berriasiense	Este trabajo
La Moga	Villanueva de Cameros	Berriasiense	Este trabajo
Río Magillo	Villanueva de Cameros	Berriasiense	Este trabajo

Tabla 1.- Los yacimientos más antiguos de La Rioja

Table 2.- The oldest paleoichnological sites from La Rioja

Las huellas se han descubierto sobre series alternantes de areniscas y pizarras de potencia variable en las que se encuentran barras de point-bar constituidas por

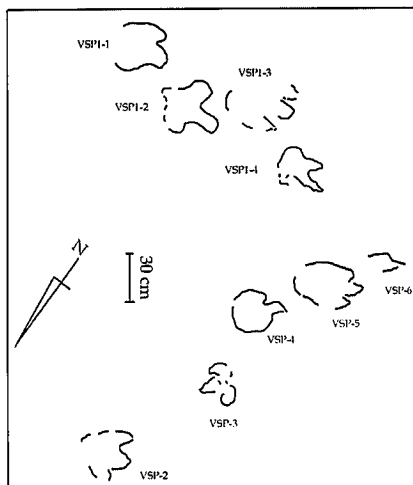


Fig. 2.- Huellas del yacimiento de San Prudencio (VSP).

Fig. 2.- San Prudencio site footprints (VSP)

la adición de sucesivos scroll-bar correspondientes al depósito de sedimentos fluviales continentales. Entre los sedimentos arenosos hay intercalados otros arcillosos (pizarras) y hay que destacar que en la zona hemos visto un paquete, de algo menos de un metro de potencia, de estratos calizos. El conjunto se corresponde con el depósito de sedimentos de cauce de ríos, de llanuras de inundación y de zonas encharcadas.

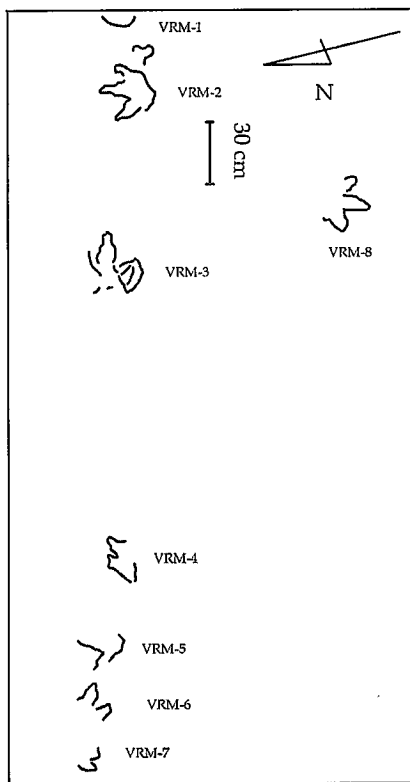


Fig. 3.- Huellas del yacimiento de Río Maguillo (VRM)

Fig. 3.- Río Maguillo footprints (VRM)

Estos yacimientos son junto con el yacimiento de "La Virgen del Prado" en Aguilar del Río Alhama (Titónico-Berriasiense) los más antiguos encontrados en La Rioja. La icnitas de Villoslada son las más occidentales de La Rioja halladas hasta el momento (Tabla 1).

Estudio icnítico

En total se han descubierto 41 icnitas entre las que hay, como ya es normal en la región, los tres tipos de huellas: saurópodos, ornitópodos y terópodos.

Yacimiento de San Prudencio. Contiene 9 huellas (figura 2), cuatro icnitas que probablemente forman un rastro (VSP1.1 a VSP1.4) y cinco sin aparente relación. En la mayoría sólo se ha conservado la marca de los dedos, que son cortos, anchos y sin señal de garra. Las huellas son de bordes redondeados e incompletos en casi todas ellas. No se ven estructuras sedimentarias primarias, aunque en las icnitas aisladas VSP7 y VSR8, se conserva parte de la rebaba trasera debida a la extrusión de barro cuando al pisar el dinosaurio introduce el pie en el fango. No se tienen criterios suficientes para distinguir si se trata de huellas reales o de calcos ("undertracks" o "gosh marks") ya que el pie atraviesa en ocasiones varias capas. Las huellas VSP se podrían atribuir al icnogrupo de icnitas ornitópodos, pero con las reservas derivadas de lo mencionado en este apartado.

El rastro estudiado (ver tabla 2) consta de cuatro huellas, tiene valores bajos de longitud de paso y de zancada, mientras que la luz de rastrillada es grande. Para la extremidad se ha deducido una altura de 195 cm según los cálculos propuestos por Thulborn (1990). Finalmente, se obtiene que la velocidad de marcha es baja (1,2 y 1,9 km/h, según Alexander [1976] y Demathieu [1986]) lo que concuerda con la hipótesis de que las icnitas sean ornitópodos bípedas.

Yacimiento de Río Maguillo. Las icnitas están en una franja estrecha de roca de unos 40 cm. de anchura y 10 m de longitud (figura 3) que es la parte aflorante de un estrato de arenisca que se mete bajo un talud. De las 8 huellas visibles sólo una (VRM2) está completa. La alteración y destrucción del techo del estrato separa el conjunto de las pisadas en dos grupos: uno con la huella VRM8 en la parte baja del afloramiento y otro con las siete restantes a 6 metros y en la parte alta, pero sobre la misma capa. La mayor parte de las huellas son incompletas y tienen su interior relleno con láminas arenosas de alguna capa superior que

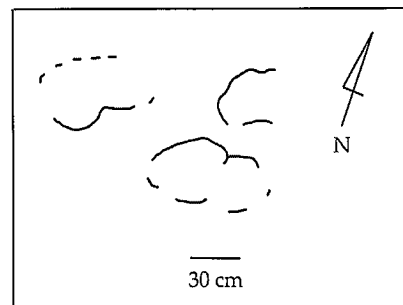


Fig. 4.- Huellas del yacimiento de La Moga 1 (1VLM)

Fig. 4.- La Moga 1 footprints (1VLM).

ha sido embutida en el sedimento. En algunas zonas, por erosión de la capa de arenisca, se muestra la parte inferior del estrato que está brechificado bajo algunas huellas. De las características identificativas de las icnitas se puede decir que son pequeñas, menores de 30 centímetros de largas, con dedos separados y relativamente delgados. En varias de ellas se destaca la señal dejada por las uñas al introducirse en el barro. La forma asimétrica y de terminación relativamente estrecha del talón, sólo se puede apreciar en VRM2, VRM3, y VRM5. Por las características descritas se deduce que son icnitas terópodos probablemente todas coelurosaurias.

Yacimiento de La Moga. Hay icnitas en dos capas de arenisca separadas entre ellas por una sucesión de niveles arenosos y pelíticos de unos 10 metros de espesor. Se les ha dado los nombres de La Moga 1, 2 y 3 (siglas 1VLM, 2VLM y 3VLM) según su alejamiento del pueblo. 1VLM y 2VLM están sobre la capa más alta, y 3VLM en la más baja.

En 1VLM se distinguen bien cinco icnitas que corresponden a marcas de pies y manos de una rastrillada saurópoda (figura 4). No se han encontrado elementos que permitan distinguir estructuras en estas huellas, y sólo se supone que forman parte de un mismo rastro de "via ancha" a los que se les asigna el género *Parabrontopodus* (Lockley et al., 1994) En el entorno hay algunos huecos más que probablemente sean icnitas saurópodos, congruentes con la tendencia general de asociación de huellas de este tipo debidas al comportamiento gregario. La longitud de las huellas de los pies (entre 30 y 35 cm) no indican que las hubiera dejado un saurópodo grande.

2VLM (figura 5) ocupa una franja de unos 25 metros de larga situada en una de las paredes del borde del río Mayor. En ella afloran 16 icnitas tridáctilas dejadas por dinosaurios bípedos. Las icnitas

	l	a	O	Ar	Lr	z	P	Ap	II-III-IV	II [^] III [^] IV	h	z/h	v ₁	v ₂	z/l	Ar/a	(l-a)/l
VSP1.4	32	27				82	50		7-15-6	39-32	153	0'5	1'2	1'9	2'6	0	0'2
VSP1.3			-7	15	57			109									
VSP1.2	42	37	13	12	57	87	50	120	7-17---	35---	193	0'5	1	1'8	2'1	0'3	0'1
VSP1.1									5-12---	----22						0	-1
VSP2	34								7-9---	14-22							
VSP3	19	28							--12---	11-27							
VSP4	34	29							2-10---								
VSP5	42	25															
VRM2	25	27							5-13-12	19-36							
2VLM1	20	24								12-42							
2VLM2	27	21															
2VLM5	25									----44							
2VLM11									-- 11 --								
2VLM12	35								5 ---								
2VLM13	30	21															
2VLM15									-- 16 --								
2VLM16									9	6-18							
3VLM1	27	29							5-12----	8-23							
3VLM2	35	32								6-20							
3VLM3	42	27							7-25-9	9-22							

l longitud de la pisada
a- anchura de la pisada
O orientación
Ar- amplitud de rastrillada
Lr- luz de rastrillada
z- zancada
P- paso
Ap- ángulo de paso
II-III-IV- longitud de la marca de los dedos
II[^]III[^]IV- ángulo interdígital
h- altura del acetábulo
z/h- zancada relativa
v₁- velocidad según Alexander (1976)
v₂- velocidad según Demathieu (1986)
z/l- esbeltez
Ar/a- amplitud de rastrillada relativa
(l-a)/a- longitud relativa de la huella

Tabla 2.- Medidas de icnitas.

Table 2.- Measurements of the footprints

2VLM1, 2VLM5, 2VLM10, 2VLM13, 2VLM14, son terópodos por sus caracteres de dedos separados, relativamente largos y de terminación acuminada, además de por la forma del talón que en algún caso es bilobulado. 2VLM2, 2VLM12 y 2VLM15 con marcas de dedos redondeados y de talón amplio podrían ser ornitópodos. El resto de las huellas no se atribuyen a ningún icnogrupo puesto que no tienen caracteres identificativos. Sólo parece claro que han sido marcadas por dinosaurios bípedos.

3VLM (figura 6) se encuentra en la capa inferior, a unos metros aguas arriba y en la misma parte del río. Sólo contiene tres icnitas terópodos marcadas sobre sustrato tan blando que el barro se deformó de manera patente durante la pisada. Las características biométricas de las huellas están en la tabla 2. La forma indica dedos separados y de terminación aguda. Se identifican como icnitas terópodos. En la figura 7 se aprecian las estructuras producidas por el pie cuando se hunde en el barro (marcas de deslizamiento y de entrada del hallus), y cuando sale (el autopodio y parte del metapodio atraviesan el barro que los ha cubierto); cuando el pie ha salido totalmente, cae el fango y deja una acanaladura en el lugar (Gatessy, et al., 1999, Romero et al., 2001).

Análisis de las rocas para la restauración

Se determinó el tipo de piedra y estado de conservación (composición mineral, textura, porosidad, impurezas, alteración y desperfectos) de muestras procedentes del yacimiento de San Prudencio

(Caro et al., 2000) con: a) microscopía óptica de polarización y difracción de rayos-x; b) el cálculo de su porosidad y comportamiento hídrico (normativa RILEM 1980); c) el examen de las formas macroscópicas de alteración o desperfecto del yacimiento.

Petrografía.- La piedra es una arenisca limosa, densa, compacta e impura cuyo tamaño medio de grano varía entre 0.1 y 0.005 mm. Está formada principalmente por granos detríticos y matriz arcillosa. El análisis por difracción de rayos-X ha dado la siguiente composición cuantitativa: Cuarzo (80-85%); Feldespato (7-10%); Micas (6%); Matriz arcillosa (<5%); Accesorios (2-3%).

El mineral detrítico de tamaño arena mas abundante es el cuarzo. En menor proporción feldespatos, algunos de los cuales están completamente alterados a micas y sericita. Como constituyentes accesorios hay turmalina, circón, esfena y rutilo. Dentro de los filosilicatos, predomina la moscovita. En menor proporción clorita y biotita. Las láminas de mica, cuyo tamaño de grano supera, en general, al de los granos detríticos están acumuladas y orientadas definiendo laminación sedimentaria.

La matriz arcillosa representa menos del 10% del total de los minerales de la roca es de minerales de la arcilla, que se disponen bien rellenando poros entre los granos detríticos, bien rodeándolos e incluso reemplazándolos. Consiste en illita, clorita y sericita. La matriz arcillosa se encuentra mezclada con óxidos de hierro.

En la roca hay cemento, de composición ferruginosa, precipitado sellando espacios intergranulares. La hematites es abundante, de grano fino, granular e

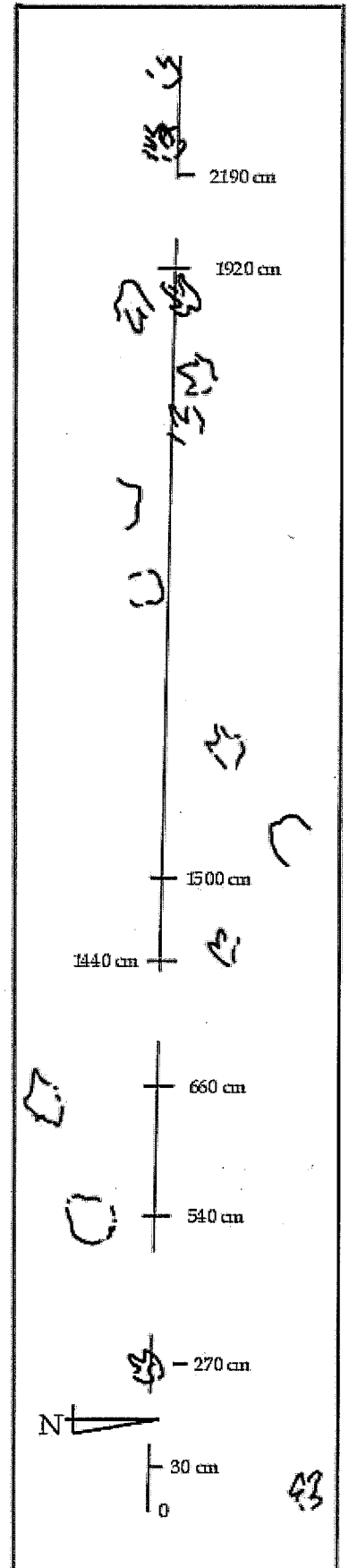


Fig. 5.- Huellas del yacimiento de La Moga 2 (2VLM)

Fig. 5.- La Moga 2 footprints (2VLM)

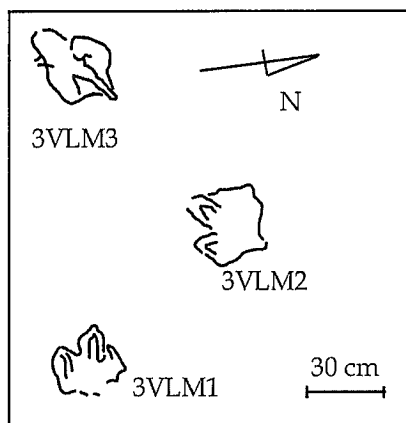


Fig. 6.- Huellas de La Moga 3 (3VLM)

Fig. 6.- La Moga 3 footprints (3VLM)

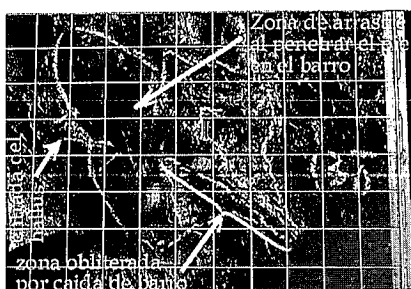


Fig. 7.- Estructuras del barro asociadas a la huella 3VLM3

Fig. 7.- Mud structures associated to 3VLM footprint

idiomorfa. Se encuentra bien rodeando granos de cuarzo, feldespato y mica o bien mezclada con la matriz arcillosa en glomérulos dispersos. En ocasiones reemplaza completamente a los granos detríticos. También hay minerales opacos en forma de parches de cemento.

La laminación, está definida por acumulaciones de mica, hematites, minerales de la arcilla y opacos. La porosidad detectada con el microscopio de polarización es porosidad de fractura a favor de la laminación. Los filosilicatos y óxidos de hierro se disponen en láminas que confieren a la piedra textura heterogénea que merma la resistencia de la roca, ya que los agentes de erosión, principalmente el agua, aprovechan estos planos débiles para fisurarla y romperla.

Propiedades físicas.- La piedra se caracteriza por absorber el agua mas lentamente que lo que la evapora. El tanto por ciento medio de agua absorbida hasta su

saturación fue del 0.70% y la cantidad de agua evaporada hasta alcanzar el equilibrio con la atmósfera del 0,60%. Finalizado el ensayo de desorción la roca estuvo en sus poros el 0,10% respecto al agua absorbida. La porosidad de la arenisca es muy baja, próxima al 1%. Son poros intergranulares la mayor parte colocados en las bandas donde se acumulan los minerales de la arcilla. Por el contrario, en las muestras de roca con laminación sedimentaria acusada la porosidad es cinco veces mayor.

Formas macroscópicas de alteración.-

La mayor parte de los desperfectos de la arenisca son: placas descamadas; fisuras de gran extensión paralelas y perpendiculares a la laminación sedimentaria y placas totalmente despegadas del sustrato. En el estrato crecen plantas superiores cuyas raíces penetran hacia el interior de la roca y despegan y desprenden fragmentos.

Restauración del yacimiento

La Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de La Rioja junto con el Centro de Interpretación del Parque Natural de la Sierra Cebollera, organizaron una semana dedicada a los dinosaurios en la que se programó entre otras actividades la restauración del yacimiento de San Prudencio (VSP). El primer paso fue limpiar el techo de la capa con cepillos, brochas y azadas, con precaución para conservar los fragmentos de piedra desprendidos. Una vez retirada la suciedad general, se volvieron a limpiar las partes más conflictivas utilizando alambre de menos de 0'5 mm de sección (blando y acerado), cuchillos y otros instrumentos punzantes. Se eliminaron en lo posible, las raíces de las fisuras y el material disgregado acumulado en las mismas.

La primera acción de protección consiste en impedir que el agua se introduzca y circule por el interior de la piedra. Se cegaron las fisuras de menos de 5 mm de apertura inyectando resina epoxídica, después de haberlas limpiado con acetona, para que la resina se adhiriera correctamente a las paredes. La resina se introdujo poco a poco, para que la penetración fuese lenta y por tanto eficaz (Caro *et al*, 1997) Una vez colmatadas, se sellaron con mortero fabricado con la misma arenisca triturada del yacimiento.

Las fisuras con apertura superior a cinco milímetros se rellenaron con silicona.

Para evitar la pérdida de material del sustrato, se sujetaron los fragmentos sueltos y aquellos a punto de desprenderse, unas veces con cemento libre de sulfatos y otras veces con resina epoxídica a la que se añadió gel espesante de sílice. Por último se sellaron las juntas de unión entre la piedra y los fragmentos.

Agradecimientos

A la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de La Rioja, por la ayuda económica otorgada en la caracterización de la roca y en la dirección de los trabajos de restauración.

Referencias

- Cámara,P., y Durantez,O. (1982): *Mapa y memoria explicativa de la hoja nº279 (VILLOSLADA DE CAMEROS) Mapa geológico nacional a escala 1:50.000.* I.G.M.E.
- Caro, S., Pavía, S. y González-Palomo, L.I. (1997): *Práctica de conservación: Estudio previo y restauración.* Edit. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de La Rioja . 150 pp.
- Caro, S. y Pavía, S. (2000): *Análisis geológico de la piedra del yacimiento de huellas de dinosaurio de Villoslada de Cameros (La Rioja).* Medio Ambiente (inédito).
- Casanovas,M.L., Fernández,A., Pérez-Lorente,F. y Santafé,J.V. (1995): *Ciencias de la Tierra* I.E.R. 18: 13-14.
- Gatessy,S.N., Middleton,K.M., Jenkins Jr, R.A. y Shubin,N.H. (1999): *Nature* 399:141-144.
- Lockley,M.G., Farlow,J.O. y Meyer,C.A. (1994): *Gaia.* 10:135-145.
- Martin Closas,C. y Alonso,A. (1998).- *Rev. Soc. Geol. Esp.*11:253-269
- Mas,J.R., Alonso,A. y Guimera,J. (1993).- *Rev. Soc. Geol. Esp.* 6:129-144.
- Moratalla,J.J. (1993).- *Tesis doctoral* Universidad Autónoma de Madrid, 729 p.
- Romero-Molina,M.M., Pérez-Lorente,F. y Rivas,P. (2001): *Zubia.* (en prensa)
- Thulborn, A. (1990'): *Dinosaur tracks.* Chapman and Hall. 410 p.
- Tischer,G. (1966): *Not. Com. I.G.M.E.*81 53-78.