

DOS NUEVOS RASTROS DE ARCOSAURIOS EN EL CRETÁCICO INFERIOR DE GALVE (TERUEL. ESPAÑA). EL YACIMIENTO DEL CANTALAR

Pérez-Lorente, F. ¹, Ortega, F. ²

RESUMEN

Se describen dos nuevos rastros de arcosaurios en el Cretácico inferior de Galve (Teruel). En ambos casos las icnitas se produjeron sobre una capa de sedimento muy blando, como se interpreta a partir de las estructuras de deformación que presenta. Dado el estado del sedimento, la fiabilidad con la que las huellas reproducen detalles anatómicos de sus productores es baja, sin embargo, se interpretan caracteres suficientes como para generar una discusión. El primero de los rastros se asigna a un arcosaurio cuadrúpedo y se discutirá su asignación a un cocodrilo de gran tamaño. El segundo se atribuye a un pequeño dinosaurio terópodo. La presencia de estructuras de deformación del sedimento alrededor de las huellas ha permitido también discutir aspectos del movimiento del cuerpo durante la marcha.

Palabras clave: Pisadas. Terópoda. Crocodylomorpha. Cretácico inferior. España.

Two new archosaurian trackways are described in the lower Cretaceous of Galve (Teruel). In both cases the tracks were produced on a very soft layer, as can be interpreted from the structures of deformation that it presents. Given the state of the sediment, the reliability with which the footprints reproduce anatomical details of their producers is low, however, enough characters are interpreted as to generate a discussion. The first of the track ways is assigned to a quadruped archosaur and it will be discussed their assignment to a crocodile of great size. The second one is attributed to a small theropod dinosaur. The presence of some structures around the footprints has also allowed to interpret aspects of the body movement during walking.

Key words: Footprints. Theropods. Crocodylomorpha. Lower Cretaceous. Spain.

¹ Universidad de La Rioja. Edificio CT. Madre de Dios 51. E-26007 Logroño
Fundación Patrimonio Paleontológico. Portillo,3. E-26 Enciso.

² Unidad de Paleontología. Dpto de Biología, Universidad Autónoma de Madrid. 28049. Cantoblanco. Madrid

0. INTRODUCCIÓN

Los autores conocen hasta el momento nueve yacimientos de huellas de arcosaurios en el Cretácico inferior de la provincia de Teruel (Pérez-Lorente et al., 2001), aunque dos de ellos, el de El Cantalar y el de Abenfigo permanecían sin estudiar. En este artículo se describe y se interpreta uno de los dos yacimientos situado en Galve (Teruel) que contiene dos rastros fósiles que serán atribuidos respectivamente a un arcosaurio cuadrúpedo, probablemente un cocodrilo de gran tamaño, y a un pequeño dinosaurio.

La atribución del primero de los rastros a un cocodrilo permitiría identificar la presencia en el registro de Galve de evidencias de un cocodrilo gigante, aún no reconocido a partir de restos directos en el Cretácico inferior europeo. Utilizando los estimadores de tamaño generalmente aplicados a rastros de cocodrilos actuales el ejemplar que dejó el rastro de El Cantalar pudo alcanzar una longitud de más de 12 metros. Este rastro presenta, además, una combinación de caracteres que permiten diagnosticarlo icnotaxonómicamente, aunque el estado de preservación en que se encuentra ha desaconsejado la creación de un nuevo icnotaxón. El segundo de los rastros no presenta problemas en cuanto a la identificación del productor, sin embargo, la velocidad de marcha que se infiere a partir del rastro resulta incongruente con algunas características de las huellas, por lo que su interpretación resulta también problemática.

1. LOCALIZACIÓN (Fig.1)

El Cantalar se sitúa en el término municipal de Galve, hacia el WSW del núcleo urbano, en coordenadas geográficas 0°53'12" de longitud W y 40°39'11" de latitud N, entre el camino que va paralelo al río Alfambra y el yacimiento de Cuesta Lonsal (MTN 1:50.000 n° 4542: ALFAMBRA).

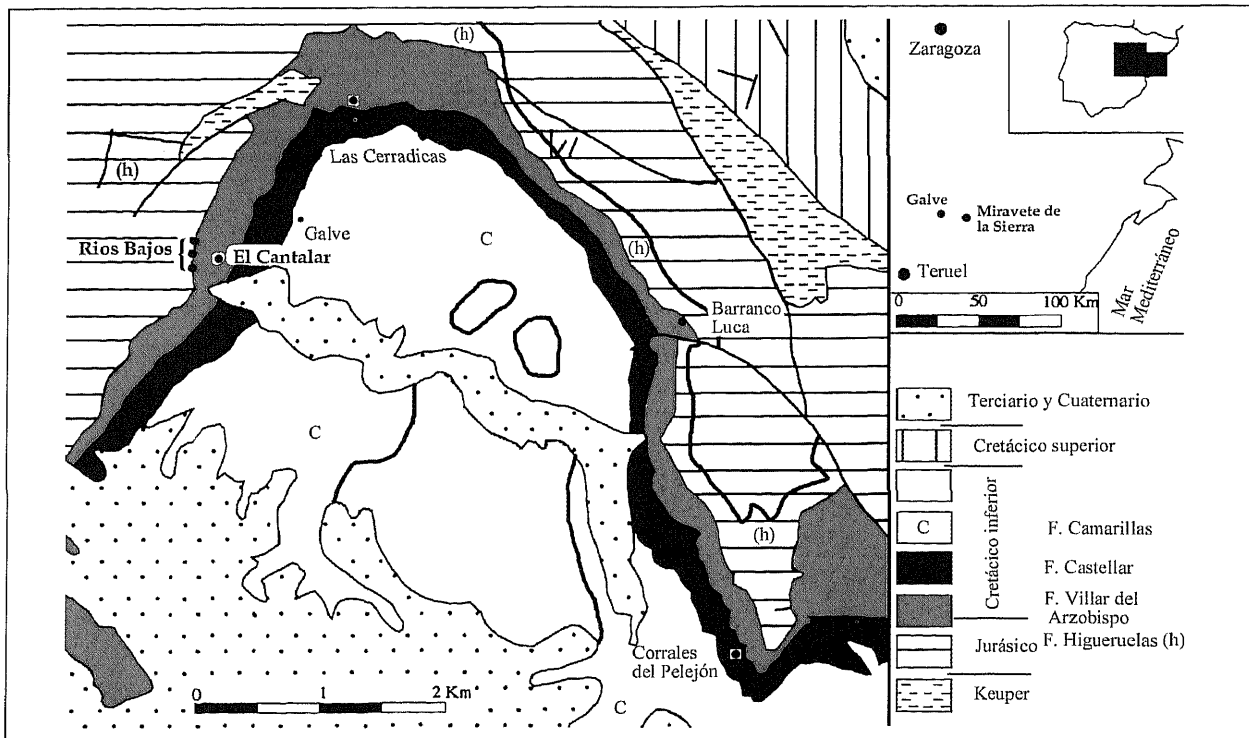


Figura 1. Localización de El Cantalar

Las huellas están impresas sobre una capa arenoso-margosa de dirección N20E y buzamiento 42E, poco resistente a la erosión y muy cuarteada. Estratigráficamente se dispone a techo de una serie arenosa con cemento calcáreo, sobre la cual, y tras unos metros de sedimentos más finos, se deposita una barra potente de areniscas sobre la que se instaló una cantera, hoy abandonada.

La serie arenosa pertenece a la Formación Villar del Arzobispo (Soria, 1997) y se sitúa estratigráficamente por encima de los yacimientos de Ríos Bajos y probablemente en el mismo nivel o algo inferior que el de Las Cerradicas. La edad del yacimiento debe estar, por lo tanto, en el intervalo Titóniense-Berriasiense.

2. ESTUDIO ICNÍTICO

Sobre la capa se reconocen dos rastros y algunas marcas irregulares que no han podido ser interpretadas. A los rastros se les ha asignado respectivamente la sigla 1ELC y 2ELC haciendo referencia al topónimo en el que se localiza el yacimiento.

Los dos rastros debieron producirse sobre la una capa de barro blando que permitió que el animal hundiera mucho sus pies y propició el posterior colapso de las paredes laterales de la huella.

2.1. RASTRILLADA 1ELC (Figuras 2 y 3).

La forman once pisadas de un rastro cuadrúpedo constituido por marcas de manos (5) y pies (6) identificables por su forma y tamaño. El rastro es rectilíneo, y está constituido por huellas que, como se discutirá más adelante, no se corresponden con las de ningún icnotaxón descrito hasta la fecha.

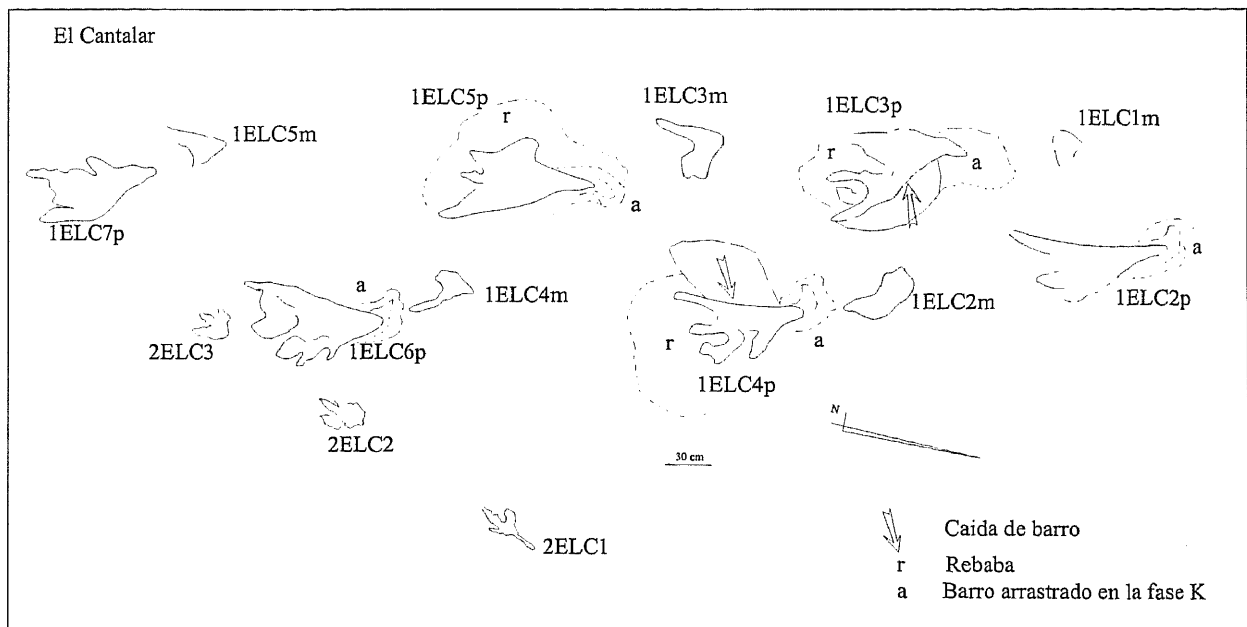


Figura 2. Las icnitas del Cantalar

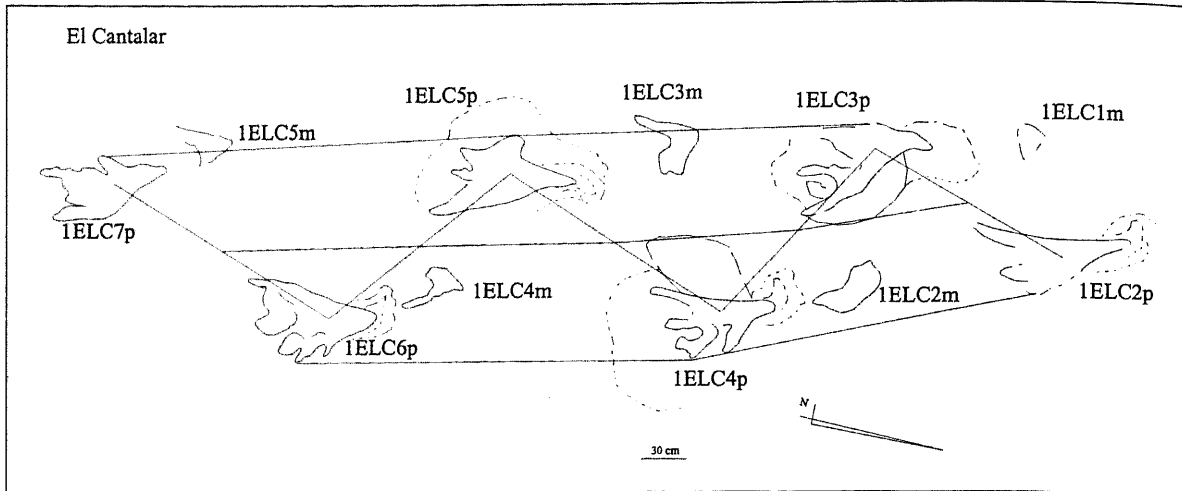


Figura 3. Estructura de la rastrillada IELC.

2.1.1. HUELLAS DE LOS PIES

Se identifican con claridad cuatro dedos en cada pie, aunque no puede descartarse la impresión de un quinto en alguna de las huellas (1ELC4p). Los dedos debían ser largos y disponerse separados. De ellos, los dedos internos forman un grupo que se separa bien del más externo (1ELC4, 1ELC5p, 1ELC7p). Las marcas de los pies son entaxónicas, de manera que el dedo interno (I ó II) es el más prolongado.

La parte medial interna de las huellas es cóncava, probablemente debido a la disminución de anchura posterior del autópodo. La preservación de las huellas no permite identificar la impresión del basipodio. La marca del metatarso indicaría la presencia de huesos metatarsales largos. Aparentemente, el conjunto de dedos genera un eje subparalelo a la línea media del rastro.

Las huellas presentan una profundidad variable entre 10 y 25 cm. En una de las icnitas la profundidad varía entre 10 y 20 cm.

Todas las pisadas tienen una rebaba exterior producida por la extrusión del barro durante la pisada. Tras la salida del pie del suelo fangoso, el barro tiende a caer hacia el interior de la huella. Las paredes del hueco se combinan dando una superficie abombada hacia el interior de la icnita debido a la deformación por gravedad. En 1ELC4p el flujo de barro es tan patente que se forma una depresión leve en la zona adyacente a la parte medial interna de la pisada. Se interpreta que el colapso del barro es la causa de la obliteración parcial de los dedos.

En la parte trasera de las pisadas, el barro está desplazado hacia la parte interior del rastro, formando una lengua cuya parte anteromedial está levemente acanalada.

2.1.2. HUELLAS DE LAS MANOS

Están constituidas por una depresión semilunar con la concavidad dirigida anteromedialmente. La parte interna es relativamente ancha. La proyección exterior es más estrecha que la parte interna, y casi tan larga como la anchura de la pisada medida perpendicularmente a la rastrillada. Las huellas de las manos son casi tan profundas como las de los pies. No hay evidencias de impresión de los dedos ya que la proyección externa de la huella se interpreta como una marca de arrastre del autópodo. La longitud de la marca central de las manos (parte interior) es mayor medida perpendicularmente que paralelamente a la dirección de la rastrillada.

2.1.3. ANÁLISIS DEL RASTRO

2.1.3.1. DEFORMACIONES DEL BARRO ASOCIADAS A LAS HUELLAS DE PIES

Las deformaciones del barro asociadas a las icnitas son comunes en el rastro. Se interpreta que el animal pisó sobre una capa blanda y altamente viscosa de más de 30 cm de potencia, de manera que el productor hundió sus pies atravesándola casi por completo. Una vez extraído el pie de la huella, el barro se deformó hacia el interior, aunque no llegó a fluir en su interior, por lo que se puede interpretar que la coherencia del sedimento era alta. Este proceso provocó que las paredes de las icnitas se abombasen hacia el interior y que las zonas más estrechas, como en los dedos, llegasen incluso a contactar.

Las marcas de barro en la parte posterior de las huellas se dirigen medialmente y se sitúan, en algunos casos, por encima de la rebaba. Este tipo de marcas indicarían que el organismo productor dirigía su empuje posteromedialmente durante la marcha (figuras 2 y 4).

2.1.3.2. ESTRUCTURAS DE BARRO EN LAS ICNITAS DE LAS MANOS

Aunque no presentan estructuras de barro extruído, las huellas de las manos muestran también marcas de colapso de las paredes hacia en el interior de la huella.

Si se prescinde del saliente exterior, la impresión de la extremidad delantera tiene forma de delta con el vértice apuntando hacia atrás. La prolongación externa se dirige en todas las marcas hacia el exterior (figuras 2 y 4). Se puede interpretar que, dada la profundidad a la que se hunden las manos, se debe a un movimiento de salida (fase K de Thulborn et al., 1989) hacia adelante y hacia afuera.

2.1.3.3. POSICIÓN RELATIVA E INTERPRETACIÓN

Se interpreta que la colocación de los pies en la fase W (Thulborn et al., 1989) es paralela con la línea media y, por tanto, una disposición prácticamente parasagital de las extremidades. Aunque alguna de las marcas de las manos parecen indicar que están más próximas a la línea media, la amplitud de rastrillada (A_r) es similar para manos y pies. Los pasos cortos (largos) de las manos son parejos con los pasos cortos (largos) de los pies.

Las marcas de las manos están intercaladas a mitad de distancia entre las de los pies, o incluso más alejadas del pie que las precede.

La zancada mide algo más de dos metros y la luz y amplitud de rastrillada son relativamente pequeñas ($L_r = 108$ cm, $A_r = 38$ cm). La distancia horizontal desde el eje del caminante al centro del pie era de 38 cm, lo cual conduce a pensar que la altura de la cadera de ese animal sería mayor de dos metros.

2.1.4. ASIGNACIONES DEL RASTRO A UN PRODUCTOR

Los criterios para asignar este rastro a un productor concreto son: pies probablemente entaxónicos, marcada hetropodia, colocación plantigrada o semiplantigrada del autópodo trasero y, de forma indicativa, un gran tamaño. Las marcas de pie presentan algunas semejanzas con *Chirotherium bipedale* (Abél 1935) en el que la impresión del dedo I es muy pequeña, el dedo II es el más largo, y el V queda separado de los delanteros (una disposición semejante a IELC). Sin embargo la mayor amplitud del rastro de El Cantalar y la distribución triásica de los productores de rastro de tipo quiroterio hacen muy poco probable esta relación.

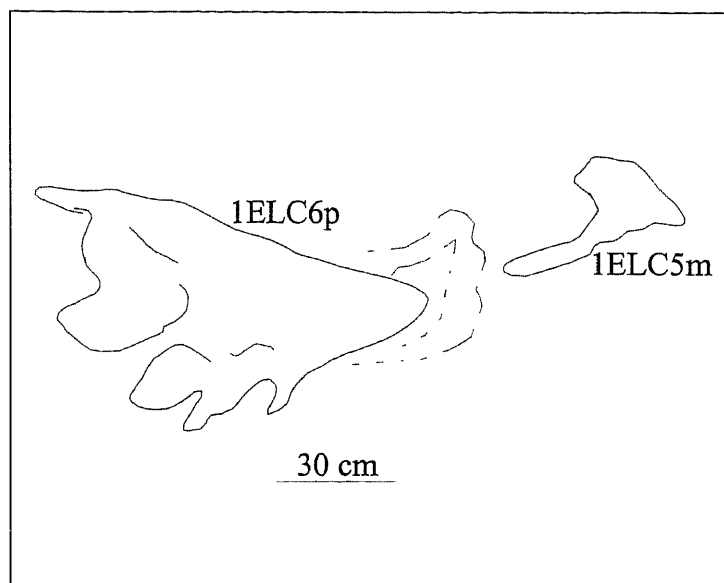


Figura 4. detalle de dos icnitas con marcas de desplazamiento de barro en la parte trasera de la huella del pie

El tipo de huella de los pies, con el dedo I adelantado, el dedo V separado del resto de los dedos del pie y con una marcada heteropodia se podría corresponder con una forma próxima al icnogénero *Rhynchosauroides* (Haubold, 1999) y atribuirse, por tanto, a un lepidosauro-morfo. Sin embargo, las icnitas asignadas a este género tan solo alcanzan un tamaño del orden de 5 cm de longitud

Comparando el rastro de El Cantalar con los de dinosaurios cuadrúpedos distribuidos en el Cretácico inferior podemos concluir que no se ajusta a los de dinosaurios ornitisquios debido a su entaxonia (Thulborn, 1990; Lockley, 1991), mientras que la disposición semilunar de la huellas de la mano está orientada en sentido contrario al que se esperaría en un rastro de saurópodo. Además, en los rastros atribuidos a dinosaurios saurópodos típicamente, las impresiones de los pies se sitúan muy próximas a las de las manos (cf. Farlow, 1992).

La estructura se corresponde en términos generales con lo que puede esperarse de un cocodrilo caminando en uno de los modos en los que lo hacen las formas actuales - la marcha alta - y que debió ser muy utilizada por muchas de las formas presentes en el Cretácico inferior. En este tipo de marcha, el animal despega su cuerpo del suelo y sitúa sus miembros en una posición parasagital, disponiendo sus pies semiparalelos a la dirección de avance. Durante la marcha, sobre todo cuando la velocidad se incrementa, el animal ondula ligeramente el cuerpo y esto produce modificaciones en la dirección de los movimientos de las extremidades que pueden ser congruentes con el rastro analizado: el avance de las manos incorpora un movimiento ligeramente lateral y se produce acumulación de barro en la parte posteromedial de las huellas de los pies.

Existen, sin embargo algunos problemas en la atribución de esta traza a un cocodrilo. Así, difiriendo del rastro de "El Cantalar", los cocodrilos actuales, cuando utilizan la marcha alta sitúan la huella del pie muy próxima a la de la mano. Por otra parte, en la práctica de esta marcha, los cocodrilos dejan marcas evidentes del arrastre de, al menos, la parte posterior de la cola que generaría un rastro ondulado que puede sobrepasar lateralmente el rastro dejado por las extremidades.

El tamaño esperado para un cocodrilo capaz de producir un rastro de estas dimensiones puede estimarse mediante su comparación con un cocodrilo moderno. La relación entre la longitud tamaño de la huellas de "El Cantalar" con las de *Cocodrilus palustris* (Singh, 2000) indicaría que, en el caso de ser un cocodrilo el productor del rastro, nos encontraríamos ante un individuo de unos 12 metros de longitud. La presencia de ejemplares de estas dimensiones ha sido recientemente descrita en el Cretácico inferior de África (Serenó et al., 2001), aunque no se conocían evidencias ni directas ni indirectas en el Cretácico inferior europeo.

2.2. RASTRILLADA 2ELC (figura 2)

Está constituida por tres huellas irregulares e incompletas, tridáctilas. La disimetría de la forma de los dedos (sobre todo en 2ELC3), es probablemente debida a que la secuencia de impresión de los pies es izquierdo-derecho-izquierdo.

La impresión de los dedos es semejante a la habitual en icnitas atribuidas a dinosaurios terópodos: dedos relativamente largos, separados y de terminación acuminada. La primera de las huellas, 2ELC1 incorpora también la impresión del metatarso. El talón digitígrado sólo está presente en 2ELC3, una huella que, además, está deformada (dedo IV excesivamente ancho). Hay estructuras de caída de barro que cierran los dedos y el hueco del metatarso en 2ELC1 y probablemente rellenen parte del hueco de la huella en las otras dos.

La rastrillada es inusualmente estrecha (amplitud = 0). El paso y la zancada tienen valores altos, lo que permitiría deducir que el dinosaurio que produjo el rastro tenía las extremidades esbeltas (largas y delgadas) y a que caminaba a velocidad alta (z/h es algo mayor de 2: trote). La velocidad calculada con la fórmula de Demathieu (1986) es de 5'9 km/h, mientras que la estimación propuesta por Thulborn (1990), indica un dinosaurio al trote a 7'5 km/h. Esta alta velocidad no resulta inusual para este tipo de rastros, aunque todavía no se ha interpretado satisfactoriamente la interpretación de la actividad de los dinosaurios que deja este tipo de huellas.

Atendiendo a la clasificación propuesta basada en la forma de las huellas por Romero et al. (2002) las marcas se clasificarían dentro del grupo de terópodos pequeñas.

3. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Miguel Ángel Herrero que fue el que encontró las huellas, y en segundo lugar al Servicio de Patrimonio Geológico de la Diputación General de Aragón que subvencionó la limpieza y toma de datos del yacimiento. Por último, queremos agradecer al Dr Lala A. K. Singh de la Similipal Tiger Reserve de Orissa sus comentarios sobre las huellas de "El Cantalar" y su comparación con las de cocodrilos actuales.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Abel, O., 1935. *Vorteiliche Lebenspuren*. G. Fischer. 644 pp.
- Demathieu, G. R. 1986. Nouvelles recherches sur la vitesse des vertébrés, auteurs de traces fossiles. *Geobios*. (19), 327-333.
- Farlow, J. O. 1992. Sauropod tracks and trackmakers: integrating the ichnological and skeletal records. *Zubia*. (10), 89-138.
- Haubold, H. 1999. Tracks of the Dinosauriformes from the Lower Triassic. *Zbl. Gest. Paläont.* (7-8, 1998) 783-795.
- Lockley, M. G., 1991.- *Tracking dinosaurs*. Cambridge University Press. 1-238.
- Pérez-Lorente, F., 2001. *Paleoicnología. Los dinosaurios y sus huellas en La Rioja*. Ed. Cultural Joven. 227 pp
- Pérez-Lorente, F., Romero-Molina, M. M., 2001. Nuevas icnitas de dinosaurios terópodos y saurópodos en Galve y Miravete de la Sierra (Teruel, España). *Geogaceta* (30), 115-118.
- Romero Molina, M. M., Pérez-Lorente, F., Rivas, P., 2002. Análisis de la parataxonomía utilizada con las huellas de dinosaurio. En *Congreso Internacional sobre dinosaurios y otros reptiles mesozoicos en España*. F. Pérez-Lorente ed. Resúmenes, 52-53.

- Sereno, P. C., Larsson, H. C. E., Sidor, C. A.; Gado, B., 2001. The Giant Crocodyliform Sarcosuchus from the Cretaceous of Africa. *Science* (294), 1516-1519
- Singh, L. A. K. (2000): Interpreting visual signs of the Indian crocodile. Crocodile Specialist Group Newsletter, 19(1),:7-9pp.
- Soria, A. R., 1997. *La sedimentación en las cuencas marginales del surco ibérico durante el Cretácico inferior y su control estructural*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. 363 pp.
- Thulborn, T., 1990. *Dinosaur tracks*. Chapman and Hall. 410 pp.
- Thulborn, T., Wade, M., 1989. A footprint as a history of movement. En *Dinosaur tracks and traces*. D.D. Gillette y M. G. Lockley eds. Cambridge University Press. 51-56.

TABLA I

	l (cm)		a		Ar	Lr	P	z	Ap	h	v ₁	v ₂
2ELC3	24		24				130					
2ELC2	23				0		125	255	180		7'5	59
2ELC1	25	44	19									
media	24		21		0		128	255		115	7'5	59
1ELC7p	85		41				147					
1ELC6p	90		54		39	121	132	230	111			
1ELC5p	102		48		40	126	144	226	110			
1ELC4p	84		46		43	128	125	209	101			
1ELC3p	90		59		38	110	121	194	82			
1ELC2p	103		50									
media	92		50		40	121	134	215	101			
1ELC5m		26	19				155					
1ELC4m	42	25	28	19	39	106	159	273	120			
1ELC3m	42	28	41	34	39	110	128	239	112			
1ELC2m	42	24	35		40	109	124	194	80			
1ELC1m		18										
media	42	24	35	24	39	108	141	235	104			

l - longitud de la huella (en la mano hay dos medidas, una que tiene en cuenta el saliente externo, y otra sólo de la parte amplia); en 2ELC1 se mide el pie digitígrado y el semiplantígrado.

a - anchura de la huella (en la mano se ha hecho la misma consideración)

Ar - amplitud de rastrillada (distancia desde el centro del pie a la línea media)

Lr - Luz de rastrillada (este concepto es diferente al que emplea Casamiquela ya que es la anchura exterior de la pista)

P - paso

z - zancada

Ap - ángulo de paso.

Las medidas son en cm y en grados sexagesimales. La velocidad se da en Km/hora.