

ZUBÍA	10	153-160	Logroño	1992
-------	----	---------	---------	------

## ICNITAS AVIFORMES EN EL YACIMIENTO DEL CRETÁCICO INFERIOR DE LOS CAYOS (CORNAGO, LA RIOJA, ESPAÑA)\*

J.J. Moratalla & J.L. Sanz\*\*

### RESUMEN

*El yacimiento de Los Cayos (Cretácico inferior, Cornago, La Rioja) ha proporcionado diversas icnitas tridáctilas individualizadas, con una longitud que oscila entre los 2-6 cm. Su angulación interdigital es mayor que la de las atribuidas a dinosaurios terópodos no avianos. En muchas puede apreciarse la impresión posterior del dígito I. Se postula que estas icnitas proceden de aves. La tridactilia es la condición primitiva para el conjunto de Theropoda. La anisodactilia es primitiva dentro del clado Aves. Muchos de los morfotipos autopodiales más singulares dentro de las aves actuales (zigodactilia, didactilia, etc.) son derivados con respecto a la anisodactilia. Muchas aves actuales son tridáctilas. A nivel icnológico esta tridactilia es derivada (revertida). Este proceso de transformación estructural en el autópodo aviano está generado principalmente por la reversión completa del primer dedo y la apertura de la región metatarsal distal.*

*The outcrop of Los Cayos (Lower Cretaceous, Cornago, La Rioja) has yielded several isolated tridactyl footprints, 2-6 cm in length. Their interdigital angulation is larger than that of the footprints attributed to non-avian theropods. Many of them have a posterior impression of the hallux. It is postulated that these footprints came from birds. The tridactyl character-state is primitive for the Theropoda. The anisodactyl condition is primitive within the clade Aves. Many of the most singular foot morphotypes within the extant birds (zygodactyl, didactyl, etc.) are derived with respect to anyso-dactyl one. Many of the extant birds have tridactyl feet. These tridactyl feet are derived (reversal) at the ichnological level. This process of structural transformation within*

\* Recibido el 15 de febrero de 1993. Aprobado el 20 de febrero de 1993.

\*\* Unidad de Paleontología. Dto. Biología. Fac. Ciencias. Universidad Autónoma. Cantoblanco. 28049 Madrid.

*birds is mainly generated by the complete reversal of the hallux and the fan-like region of the distal metatarsal area.*

## 0. EVIDENCIA ICNOLÓGICA

El yacimiento de Los Cayos (Cornago) ha proporcionado hasta ahora numerosos rastros de dinosaurios terópodos de medio-gran tamaño (Moratalla et al., 1988). En este extenso entorno existen diversos afloramientos icnológicos. Uno de ellos, denominado Los Cayos B, consiste en un gran estrato cuya superficie oscila alrededor de los 500 m<sup>2</sup>. En su superficie existen varios cientos de icnitas de terópodos de diversa talla.

Entre estas icnitas de dinosaurios con autópodos de tres dedos han sido halladas diversas impresiones tridáctilas de pequeña talla, en ocasiones, pobremente preservadas. Su tamaño oscila en torno a los 4-6 cm. de longitud, con dedos finos y alargados (Fig. 1). Su carácter más notable es que presentan una elevada angulación interdigital (II-IV es aproximadamente de unos 120°). En la mayoría de las icnitas existe una impresión posterior, producida probablemente por el apoyo del primer dedo. El ángulo I-III tiene un valor de unos 160°.

Otro de los afloramientos cercanos (Los Cayos C) ha proporcionado diversas icnitas de menor talla, relativamente mal preservadas. La mejor conservada presenta una longitud de unos 2 cm. (LCC-IA/2). En este caso la angulación interdigital es relativamente menor que la anteriormente descritas (unos 90°). Un carácter muy importante de esta pequeña huella (Fig. 1) es la presencia de una marca posterior que ha sido causada probablemente por el primer dedo. En este caso, el ángulo entre los dedos I-III es de 160°.

Estos caracteres mencionados (alta angulación interdigital y dígito I oponible) sugieren que se trata de icnitas aviformes. En efecto, la angulación media (II-IV) en las icnitas de dinosaurios terópodos no avianos es de unos 60°, mientras que el hallux presenta siempre una disposición claramente medial con un ángulo I-III en torno a los 130°.

El desarrollo de las Aves durante el Cretácico inferior constituye una etapa clave para este grupo zoológico, y parece que durante este período ya formaban parte importante de los ecosistemas. Existen hallazgos de icnitas aviformes en diversos afloramientos de edad semejante: *Ignotornis* (Colorado, Lockley et al., 1992); *Koreanaornis* y *Jindongornipes* (Corea, Kim, 1969), China (Zhen et al., 1987) y *Aquatilavipes* (Canadá, Currie 1981).

Las icnitas aviformes de Los Cayos B (de unos 4-6 cm. de longitud) (Fig. 1) son relativamente parecidas a las del registro sincrónico de estos yacimientos citados anteriormente. Sin embargo, las de menor talla (unos 2 cm. de longitud) (Fig. 1) constituyen un caso especial. Su importancia radica en que pueden correlacionarse

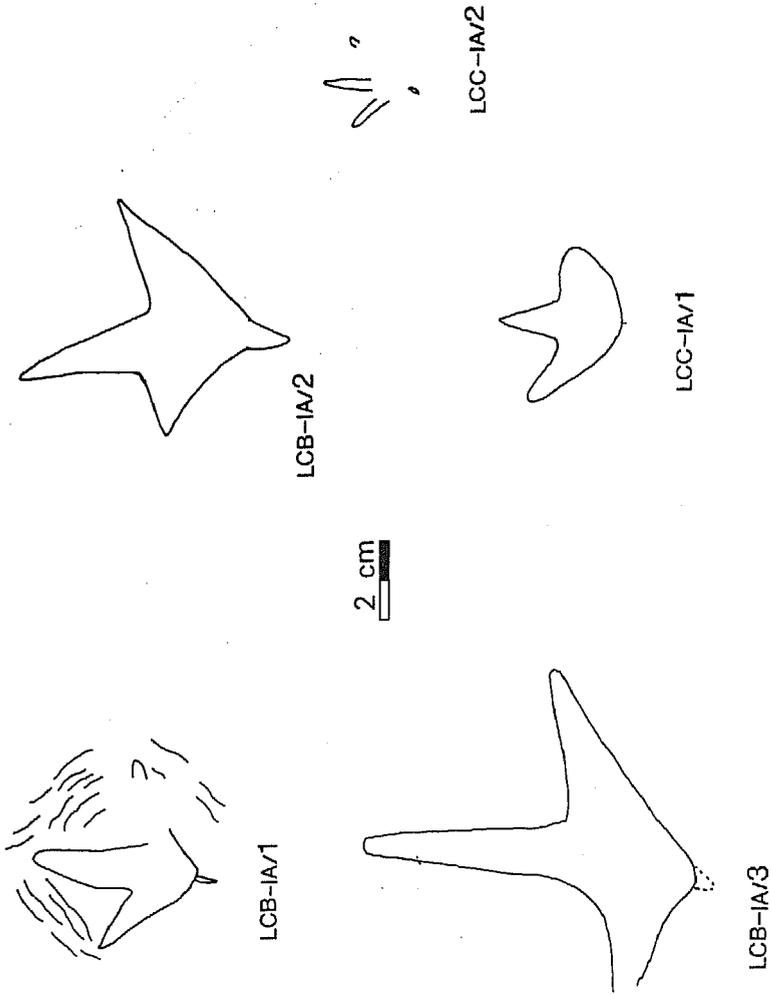


Fig. 1: Interpretación esquemática de diversas icnitas aviformes de los afloramientos B y C de Los Cayos (Cornago, La Rioja). Obsérvese la relativa alta angulación interdígital y la impresión posterior, producida probablemente por el contacto del dígito I con el sustrato. Se incluyen las siglas de cada ejemplar. LCB: Los Cayos B. LCC: Los Cayos C.

a grandes rasgos con los especímenes avianos hallados en el yacimiento sincrónico de Las Hoyas.

## 1. AVES DE LAS HOYAS: LA EVIDENCIA DIRECTA

Mientras una avifauna todavía desconocida generaba las huellas antes descritas en el área de Cornago, a unos 200 Km. al sur, en Cuenca, habitaban aves primitivas conocidas a través de esqueletos parciales. Esta fauna aviana (hasta ahora se han propuesto los géneros *Iberomesornis* y *Concornis*) habitaba las riberas de un lago que hoy día constituye el yacimiento de Las Hoyas (Sanz et al., 1988; Sanz, Bonaparte & Lacasa, 1988; Sanz & Bonaparte, 1992; Sanz & Buscalioni, 1992). Otras aves del Cretácico inferior chino recientemente descritas, como *Sinornis* (Serenó & Rao, 1992) y *Cathayornis* (Zhou et al., 1992) aportan también información relevante con respecto al conocimiento de la avifauna del Cretácico inferior.

La combinación de los niveles de información actuales sobre la evidencia directa e indirecta del registro aviano del Cretácico inferior permite la contrastación de algunas hipótesis sobre la transformación evolutiva del esqueleto autopodial posterior en estos tetrápodos voladores. La condición primitiva para el conjunto de dinosaurios terópodos parece ser un autópodo tridáctilo estricto (Fig. 2), de relativamente baja angulación interdigital, como se ha apuntado más arriba. Normalmente no existe en las icnitas impresión del dedo I y el V está representado por un metatarso de escasa dimensión relativa que tampoco genera impresión. El morfotipo anisodáctilo (dígito I dirigido caudalmente) es probablemente primitivo para el conjunto de Aves. Esta propuesta de polaridad puede confirmarse no sólo por los criterios de grupo externo, sino también por los de interno: la anisodactilia es la condición más común en aves actuales, apareciendo en una amplia variedad de formas que incluyen diversos tipos adaptativos. Es posible que dentro de la condición anisodáctila pudiera considerarse un estadio primitivo con una tendencia a la aparición de morfotipos derivados (angulación digital relativamente mayor). Esta anisodactilia derivada aparecería en los grupos hermanos más próximos al clado Ornithurae (Fig. 2). Muchos de los morfotipos autopodiales de mayor singularidad en las aves actuales (sindactilia, didactilia, zygodactilia, etc. ver Raikow, 1985) son derivados con respecto al autópodo anisodáctilo. Después del morfotipo anisodáctilo, la condición más común en las aves actuales es la tridactilia, generalmente asociada a aves corredoras o poco voladoras. Este estadio se produce por una pérdida del primer dígito o por su elevación dentro de la estructura metatarsal. A nivel icnológico este tipo de autópodo produce una tridactilia estricta que puede llegar a ser semejante a la condición plesiomórfica para el conjunto de Theropoda. Es de hacer notar, no obstante, que la condición en aves ornithurinas obviamente es derivada con respecto a la de los dinosaurios terópodos no avianos, produciendo ambas evidencia fósil indirecta que puede ser indiferenciable.

Dos son los caracteres esqueléticos principales que generan básicamente el proceso descrito (tridactilia primitiva anisodactilia (primitiva-derivada) tridactilia derivada, zygodactilia, etc.). La posición del dígito I es variable entre los grupos

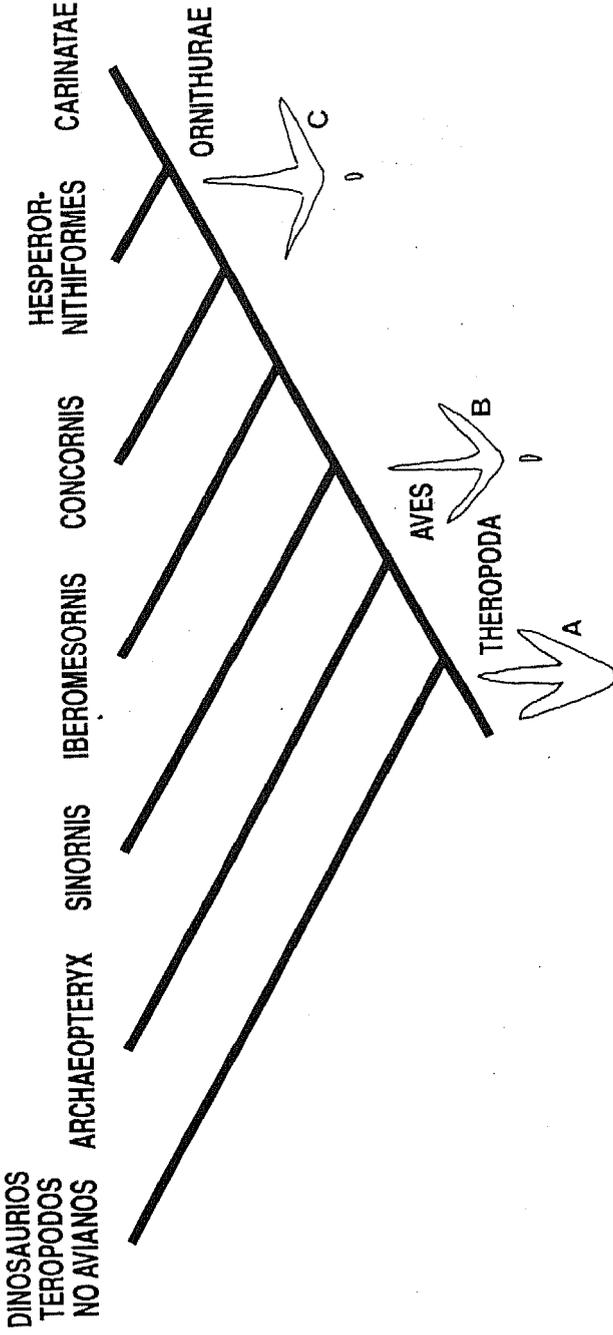
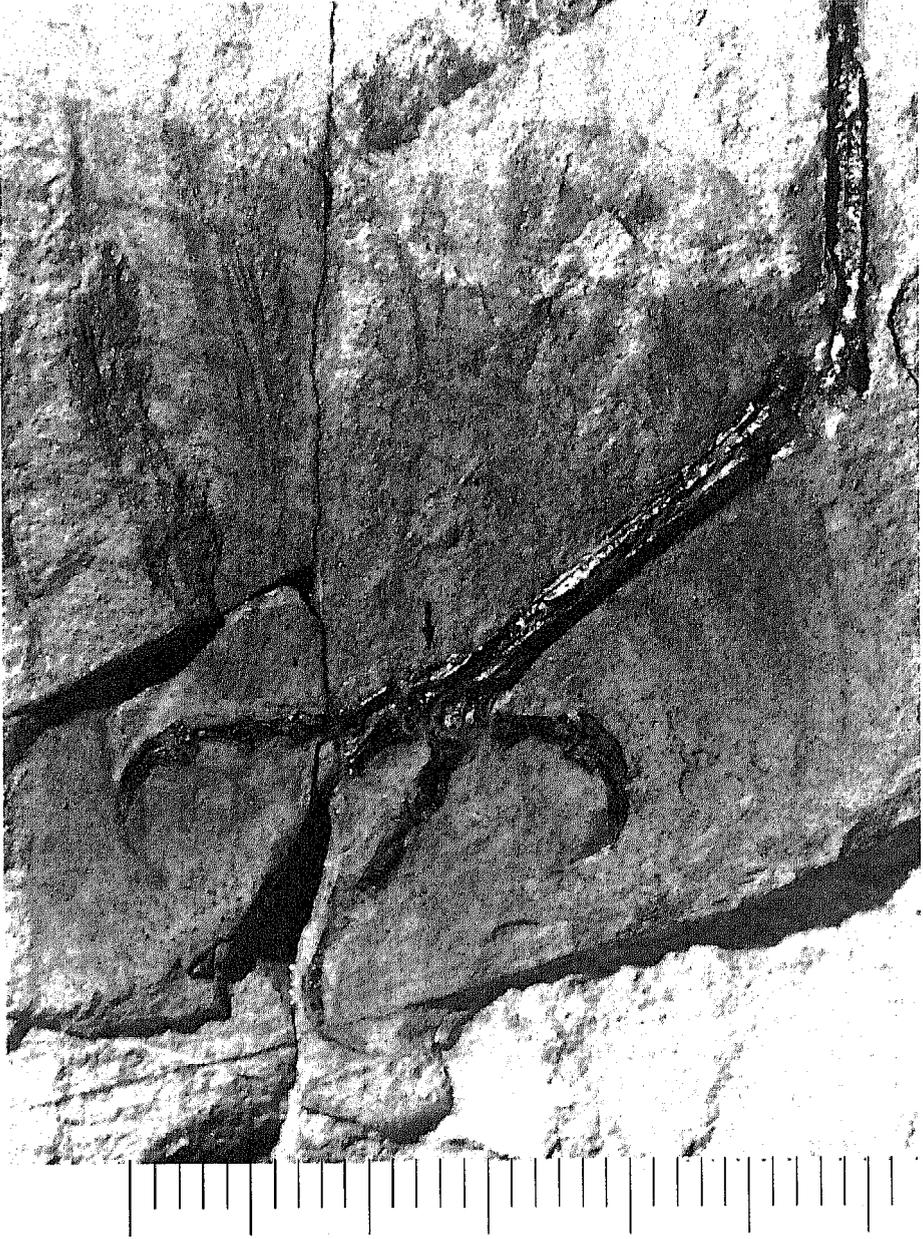


Fig. 2: Hipótesis de relación de parentesco en aves. A: *Tridactilia primitiva*. B: *Anisodactilia primitiva*. C: *Anisodactilia derivada*.



*Fig. 3: Concornis lacustris. Cretácico inferior de las Hoyas, Cuenca. Autópodo posterior. La flecha indica la región distal del metatarso expandida.*

hermanos cercanos al clado Aves, pero no aparece completamente revertido hasta *Archaeopteryx*. De esta manera puede considerarse como una sinapomorfia de las aves. Su interpretación funcional habitual es un sistema de sujeción prensil ("perching" de los autores de habla inglesa). El incremento angular corresponde a una apertura distal del metatarso que aparece en las aves más derivadas, en los grupos hermanos más cercanos al clado Ornithurae (Fig. 3). Esta estructura metatarsal abierta es desconocida en los grupos externos al clado Aves e incluso en aves primitivas como *Archaeopteryx* e *Iberomesornis*. La interpretación funcional de la apertura distal del metatarso es problemática, pero podría estar relacionada con un incremento en el área autopodial (plantar) que permitiese un mejor control durante el aterrizaje.

## BIBLIOGRAFÍA

- Currie, P.J., 1981. Bird footprints from the Gething Formation (Aptian, Lower Cretaceous) of northeastern British Columbia, Canada. *J. vert. Paleont.*, 1: 257-264.
- Kim, B.K., 1969. A study of several sole marks in the Haman Formation. *J. geol. Soc. Korea*, 5 (4), 243-258.
- Lockley, M.G., Yang, Y., Matsukawa, M., Fleming, F. & Lim, S.K., 1992. The track record of Mesozoic birds: evidence and implications. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 336, 113-134.
- Moratalla, J.J., Sanz, J.L., Melero, I. & Jiménez, S., 1989. *Yacimientos paleoicnológicos de La Rioja (huellas de dinosaurios)*. Gobierno de La Rioja e Iberduero, 95 pp.
- Raikow, R.J., 1985. Locomotor system. In: King, A.S. & McLelland, J. (Eds.). *Form and Function in Birds* vol. 3. pp. 57-147. Academic Press.
- Sanz, J.L. & Bonaparte, J.F., 1992. A new order of birds (Class Aves) from the Lower Cretaceous of Spain. In: Campbell, K. (ed.) *Papers in Avian Paleontology. Honoring Pierce Brodkorb*. Science Series Natural History Museum of Los Angeles County. 36, 39-49.
- Sanz, J.L., Bonaparte, J.F. & Lacasa, A., 1988. Unusual Early Cretaceous birds from Spain. *Nature*, 331, 433-435.
- Sanz, J.L. & Buscalioni, A.D., 1992. A new bird from the Early Cretaceous of Las Hoyas, Spain, and the Early radiation of birds. *Paleontology*, 35 (4), 829-845.
- Sanz, J.L., Wenz, S., Yebenes, A., Estes, R., Martínez-Delclos, X., Jiménez-Fuentes, E., Diéguez, C., Buscalioni, A.D., Barbadillo, L.J. & Vía, L., 1988. An Early Cretaceous faunal and floral continental assemblage: Las Hoyas fossil-site (Cuenca, Spain). *Geobios*, 21 (5), 611-35.
- Serenó, P.C. & Rao, C., 1992. Early Evolution of Avian Flight and Perching: New Evidence from the Lower Cretaceous of China. *Science*, 255, 845-848.

- Zhen, S., Zhen, B., Chen, W. & Zhu, S., 1987. Bird and dinosaur footprints from the Lower Cretaceous of Emei County, Sichuan, pp. 37-38. Urumqi, Xingjiang, China: 1st International Symposium, Nonmarine Cretaceous Correlations Abstracts.
- Zhou, Z., Jin, F. & Zhang, J., 1992. Preliminary report on a Mesozoic bird from Liaoning, China. *Chinese Science Bulletin*, 37 (16), 1365-1368.