

Nuevas huellas de Theropoda (Dinosauria: Saurischia) del Jurásico de Patagonia, Argentina

Rodolfo A. CORIA¹ y Ariana PAULINA CARABAJAL¹

Abstract. NEW THEROPODA (DINOSAURIA: SAURISCHIA) FOOTPRINTS FROM THE JURASSIC OF PATAGONIA, ARGENTINA. A new ichnotaxon attributed to a theropod dinosaur from La Matilde Formation (Middle-Upper Jurassic of Santa Cruz Province, Argentina) is described and discussed. The footprint is composed of traces related with a bipedal track-maker, with step angle very wide, exhibiting a derived pedal anatomy with great reduction of digits II and IV. *Casamiquelichnus navesorum* ichnogen. et ichnosp. nov. consists of a deep, axially elongated footprint, bearing shallow marks corresponding to short and fragile lateral digits. The main characteristic that distinguishes this new ichnotaxon is the presence of thin, rectilinear grooves which are associated with the pedal marks and are interpreted as possible claw dragging marks.

Resumen. Se describe y discute un nuevo icnotaxón atribuido a un dinosaurio terópodo proveniente de la Formación La Matilde (Jurásico Medio-Superior de la Provincia de Santa Cruz, Argentina). La huella está compuesta por impresiones correspondientes a un animal de andar bípedo con un ángulo de paso muy amplio, que presenta una anatomía pedal derivada con gran reducción de los dígitos II y IV. *Casamiquelichnus navesorum* ichnogen. et ichnosp. nov. consiste en una huella profunda y alargada en sentido axial, con marcas muy leves que corresponderían a dedos laterales cortos y delgados. La característica fundamental que distingue este nuevo icnotaxón es la presencia de finos surcos rectilíneos que acompañan a las impresiones pedales y que son interpretados como posibles marcas de arrastre de garras.

Key words. Footprints. Theropoda. Jurassic. Patagonia.

Palabras clave. Huellas. Theropoda. Jurásico. Patagonia.

Introducción

En Argentina el registro de huellas fósiles asignadas a dinosaurios es abundante e incluye yacimientos muy importantes, tales como los de las Formaciones Santo Domingo (Melchor *et al.*, 2002) en La Rioja, La Matilde en Santa Cruz (Casamiquela, 1964), Yacoraite en Salta (Alonso y Marquillas, 1986), y Candeleros (Calvo, 1991) y Anacleto (Coria *et al.*, 2002) en Neuquén. Todos estos trabajos han permitido confeccionar un esquema icnológico complejo e interesante tanto en lo que hace a la diversidad como así también a la evolución de las distintas asociaciones de dinosaurios, constituyendo un aporte significativo al conocimiento obtenido a partir de los restos óseos.

Una importante localidad icnológica es la Estancia Laguna Manantiales, ubicada al suroeste de Jaramillo, en el norte de la Provincia de Santa Cruz (figura 1). En esta localidad, en niveles que correspon-

den a la Formación La Matilde, se ha encontrado una icnofauna muy variada y excepcionalmente conservada, compuesta por diferentes tipos de huellas asignadas a dinosaurios, mamíferos y artrópodos (Casamiquela, 1964; De Valais y Melchor, 2003; De Valais *et al.*, 2003).

En el mes de febrero de 1988 una comisión del Museo Argentino de Ciencias Naturales, dirigido por el Dr. José Bonaparte, viajó a la zona en busca de nuevos materiales icnológicos. Uno de los resultados relevantes de este viaje fue el descubrimiento de un horizonte de lajas de tonalidad rojiza, portadoras de una asociación de huellas de tetrápodos compuesta por dinosaurios y mamíferos, algunas de las cuales ya habían sido descritas por Casamiquela (1964) (figura 2). En esta asociación fue identificado un conjunto de huellas asignables a Theropoda con características morfológicas inéditas que representa una forma novedosa para el registro de huellas fósiles de dinosaurios patagónicos.

Estas nuevas huellas fueron comunicadas preliminarmente en el marco de las VIII Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados en La Rioja, Argentina (Coria, 1991) y revelan una diversidad de terópodos del Jurásico de Patagonia que supera am-

¹Museo Carmen Funes, Av. Córdoba 55, 8318 Plaza Huincul, Neuquén, Argentina.

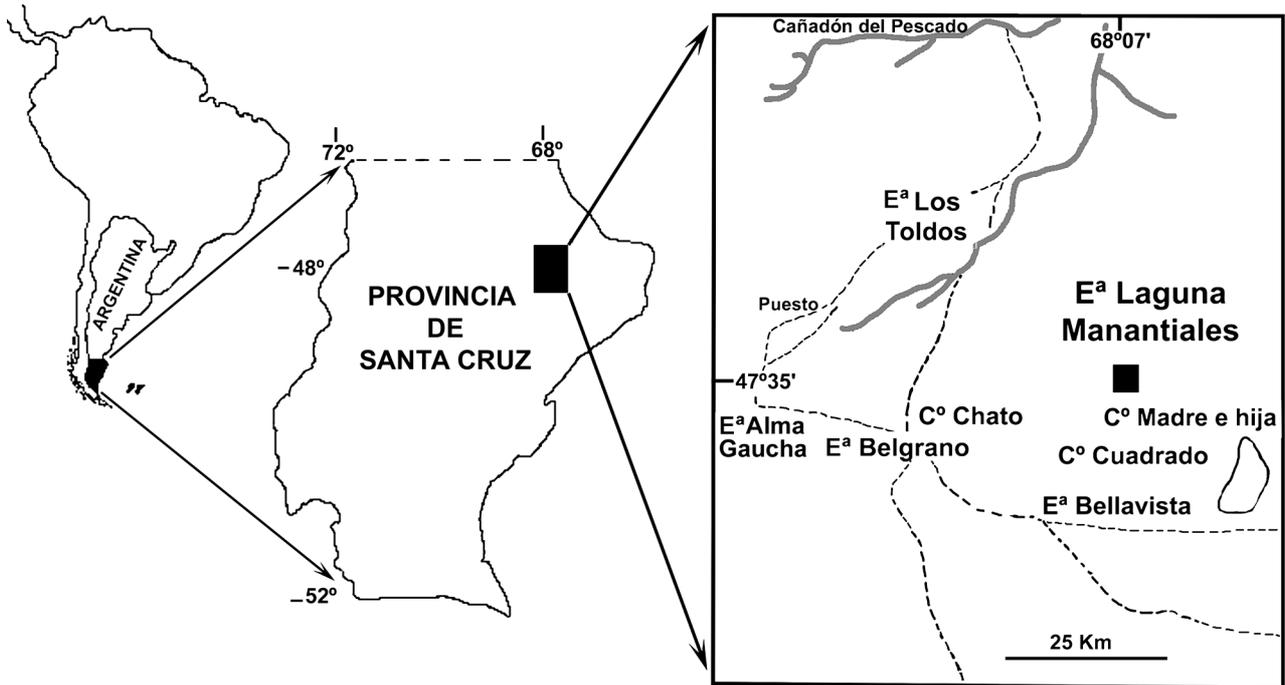


Figura 1. Mapa de ubicación de la localidad Estancia Laguna Manantiales (modificado de Casamiquela, 1964) / Map showing the location of Estancia Laguna Manantiales footprint site (modified from Casamiquela, 1964).

pliamente la registrada a partir de restos esqueléticos.

Abreviaturas institucionales. MACN-SC, Museo Argentino de Ciencias Naturales, Buenos Aires, Colección Santa Cruz.

Sistemática paleontológica

Suborden Theropoda Marsh, 1881
Casamiquelichnus ichnogen. nov.

Diagnosis. Impresiones correspondientes a dinosaurios bípedos, con anatomía pedal aparentemente de funcionalidad mono o didáctica. Huella con marcada prominencia del dedo central y marcada reducción de las impresiones de los dedos laterales. Presencia de surcos longitudinales largos y poco profundos con dirección coincidente con la trayectoria de la rastreadura, ubicados paralelamente y muy cercanos al lado interno de cada impresión pedal. Ángulo de paso casi llano.

Diagnosis. Footprints corresponding to bipedal dinosaurs, apparently with mono- or didactyl functional pedal anatomy. Footprint with prominence of central digit and great reduction of lateral digits marks. Presence of long, shallow, longitudinal grooves oriented at the same direction of the track, placed parallel and very close to the internal side of each pedal print. Step angle very wide.

Íconoespecie tipo. *Casamiquelichnus navesorum* ichnosp. nov.

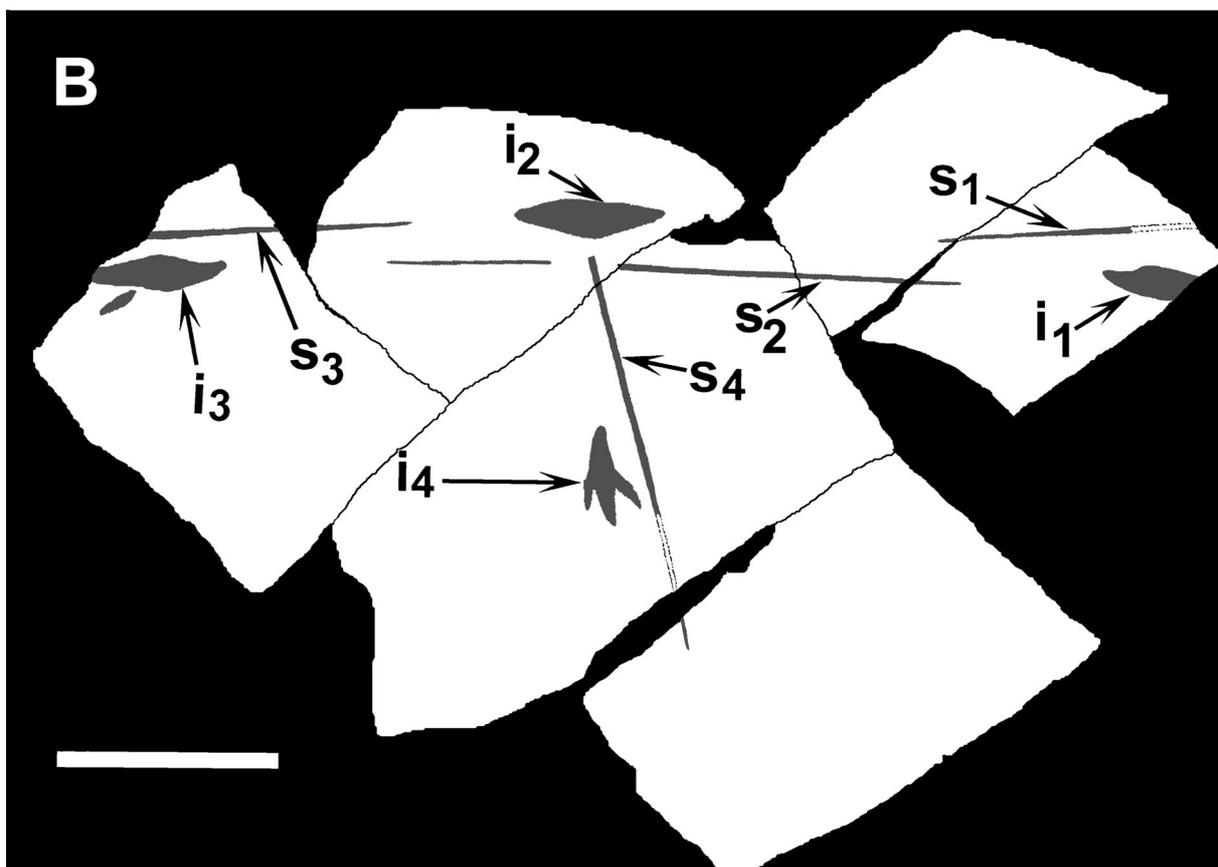
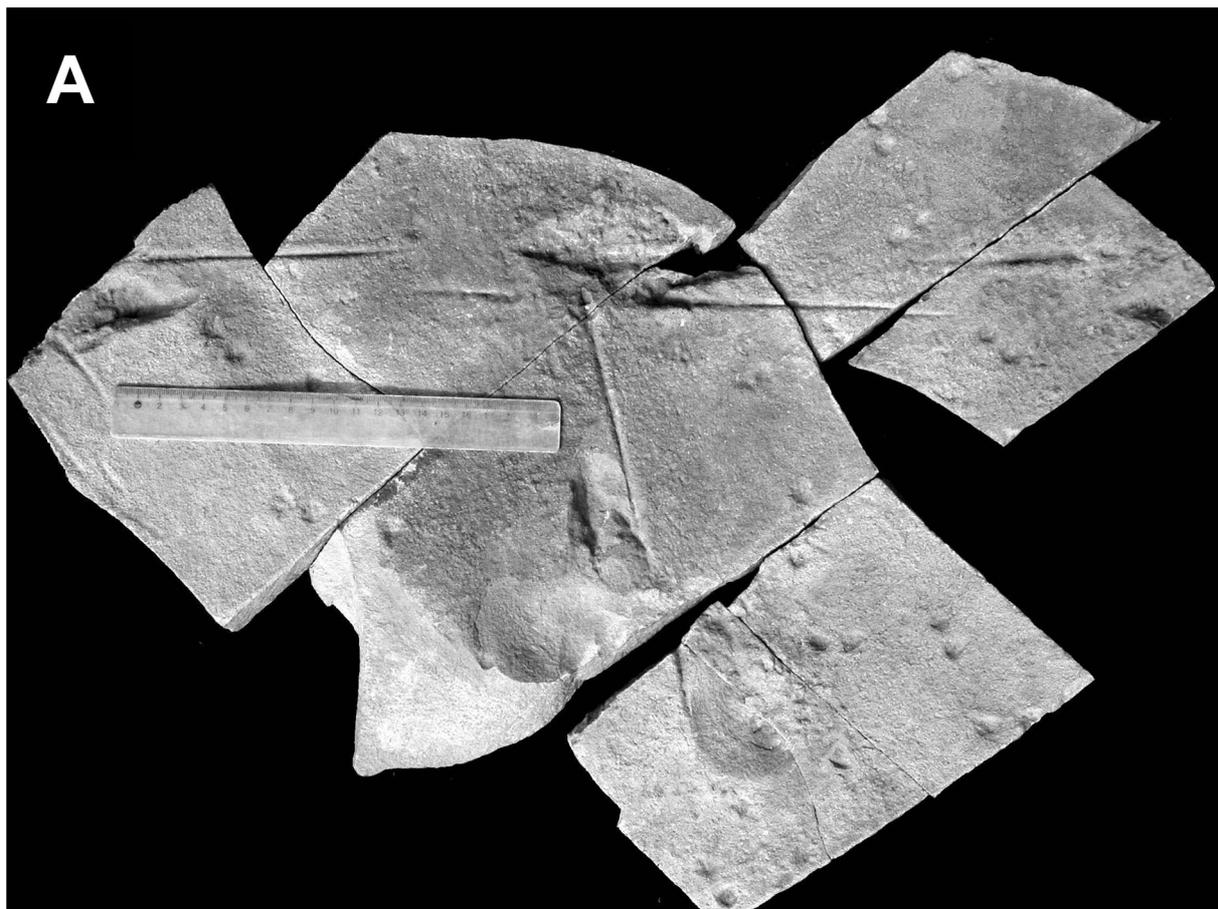
Casamiquelichnus navesorum ichnosp. nov.
Figura 2.A-B

Diagnosis. La misma que la del icnogénero por monotipia.

Holotipo. MACN-SC-3380.3.

Origen del nombre. *Casamiquelichnus* en homenaje al Dr. Rodolfo M. Casamiquela, por sus contribuciones a los estudios paleoicnológicos en nuestro país; *navesorum*, en reconocimiento a la familia Naves, propietaria de la Estancia Laguna Manantiales.

Figura 2. A, Fotografía de las lajas portadoras del conjunto icnológico descrito en este trabajo. Las pequeñas hendiduras circulares asociadas a las huellas de *Casamiquelichnus* corresponden a huellas de mamíferos atribuidas a *Ameghinichnus patagonicus* (Casamiquela, 1964) / **Photograph** of the slabs that bear the ichnological assemblage described in this contribution. The small, circular dots associated with *Casamiquelichnus* correspond to mammal tracks attributed to *Ameghinichnus patagonicus* (Casamiquela, 1964). **B,** Esquema de las rastreaduras de *Casamiquelichnus navesorum*, MACN-SC-3380. Abreviaturas: i1, i2, i3, i4, improntas pedales MACN-SC-3380.1-4 respectivamente; s1, s2, s3, s4, surcos de arrastre. Partes reconstruidas como áreas en blanco. Escala: 10 cm / **Sketch** of *Casamiquelichnus navesorum* tracks MACN-SC-3380. Abbreviations: i1, i2, i3, i4, footprints MACN-SC-3380.1-4 respectively; s1, s2, s3, s4, dragging marks. Restored parts as blanc areas. Scale bar: 10 cm.



Procedencia geográfica. Estancia Laguna Manantiales, Sucesión Naves, 140 km al sudoeste de Jaramillo, Santa Cruz, Argentina, aproximadamente 47° 35' S, 68° 07' O (tomado de Leonardi, 1994) (figura 1).

Procedencia estratigráfica. Formación La Matilde, Mesojurásico superior-Suprajurásico inferior (de Giusto *et al.*, 1980). La unidad presenta una composición litológica relacionada a un ambiente continental fluvio-lacustre, que se engarza dentro de un ambiente dominante piroclástico efusivo. Se interpretó esta formación como una variación ambiental dentro de un ciclo piroclástico sedimentario (de Giusto *et al.*, 1980). Las rocas portadoras de huellas fósiles se manifiestan como lajas de areniscas tobáceas (Casamiquela, 1964).

Descripción. Las marcas pedales, que se conservan como impresiones en bajo relieve, son estrechas y alargadas anteroposteriormente. Miden entre 59 mm de longitud por 18 mm de ancho máximo (MACN-SC-3380.3) y 44 mm de longitud por 13 mm de ancho máximo (MACN-SC-3380.4) (véase tabla 1 para parámetros individuales de cada huella). Son huellas profundas de contornos netos, levemente curvadas hacia la línea media, que determinan una depresión que se hace más notoria en el centro y lado externo de la impronta. No ha quedado preservada información referida a las almohadillas plantales. Los dedos laterales se infieren a partir de pequeñas marcas alargadas y someras, especialmente en las huellas i3 e i4, y sugieren una anatomía tridáctila del pie. Esta tridactilia, que especialmente se aprecia en la huella i4 (figura 2.B), hace estimar una condición mesaxónica para la huella de *Casamiquelichnus navesorum*. El ángulo de paso en la rastrillada MACN-SC-3380.1-3 es de 163°, la distancia promedio de paso simple en el mismo conjunto es de 235 mm, hallándose cada huella muy cercana a la línea media de la rastrillada. El rastro MACN-SC-3380.4-5 sólo cuenta con dos improntas separadas por una distancia de paso simple de 241 mm.

Cada impronta se encuentra asociada a un surco rectilíneo, paralelo a la misma y muy cercano al lado

interno de ésta. Los surcos son largos y delgados, poco profundos respecto a la profundidad de la huella del pie. La longitud de los surcos varía ligeramente, entre 230 y 260 mm y se disponen aproximadamente a 12 mm de la línea media. La ubicación relativa de cada surco en las dos rastrilladas colectadas (MACN-SC-3380.1-2-3; MACN-SC-3380.4-5) parece indicar que éstos se encuentran alineados en la misma trayectoria que las improntas que se ubican por delante y detrás de cada uno de ellos.

Discusión

La asignación de *Casamiquelichnus navesorum* al Suborden Theropoda está sostenida por el andar bípedo del animal que las imprimió, el ángulo de paso muy abierto y la evidente especialización pedal con marcada reducción del apoyo de los dígitos laterales.

La particular morfología exhibida por *Casamiquelichnus* atenta contra su afiliación con cualquier otra icnita descrita hasta el momento (véase Leonardi, 1989; Leonardi y Godoy, 1980; Leonardi y Lima, 1990; Carvalho y Kattah, 1998). Más localmente, y de acuerdo al registro conocido de huellas asignadas a terópodos de la localidad Estancia Laguna Manantiales, no existe ningún icnotaxón que reúna elementos comparables con los de *Casamiquelichnus navesorum*. De la misma localidad se conocen varias huellas atribuidas a terópodos. Originalmente, Casamiquela describió dos icnogéneros: *Wildeichnus navesi* y *Sarmientichnus scagliai* (Casamiquela, 1964). Recientemente se ha dado a conocer la presencia de la icnoforma laurásica *Grallator* como parte de la diversidad de huellas de Theropoda de esta localidad (De Valais y Melchor, 2003). *Wildeichnus* exhibe una morfología típicamente tridáctila y de rasgos conservadores tanto en la longitud de las marcas de los dígitos como en los ángulos de divergencia digital (véase Casamiquela, 1964: lám. 10, figs. 1-3). Las huellas de *Grallator* se comparan con *Wildeichnus* en los aspectos generales de su morfología.

Tabla 1. Parámetros icnológicos (en mm) de *Casamiquelichnus navesorum*. / *Ichnological parameters (in mm) of Casamiquelichnus navesorum*.

	i ₁	i ₂	i ₃	i ₄	i ₅	s ₁	s ₂	s ₃	s ₄	s ₅
Largo	29*	61	59	44	29*	85*	258	244	188*	123*
Ancho máximo	15*	17	18	13	14*	3?	3	3	3	3?
Ángulo de divergencia entre DIII-IV	—	—	31°	20°	~22°					
Ángulo de divergencia entre DII-III	—	—	—	32°	—					

* preservado; ~ estimado

Sarmientichnus, por otro lado, se asemeja en apariencia a *Casamiquelichnus* debido a la supuesta funcionalidad monodáctila y la suave curvatura de la impronta hacia la línea media (Casamiquela, 1964). A su vez, el ángulo de paso de ambas icnoformas es de magnitud comparable (tabla 1).

No obstante, existen notorias diferencias entre las improntas de *Sarmientichnus scagliai* y *Casamiquelichnus navesorum*. Las huellas de *Sarmientichnus scagliai* (de las que se conocen varios especímenes) son significativamente más grandes que las de *Casamiquelichnus navesorum*. A su vez, las primeras muestran un sustrato con superficie rugosa rodeando el extremo posterior de la cuenca de la icnita, tal vez debido a la presencia de alguna estructura blanda del pie del animal (véase foto en Casamiquela, 1964: lám. 10, fig. 4). Dicha alteración del sustrato se observa en todas las icnitas de *Sarmientichnus scagliai*, por lo que dicho carácter no se considera accidental, sino propio de esta icnoespecie. En *Casamiquelichnus navesorum*, por el contrario, la superficie del sustrato por fuera del contorno de la huella se muestra libre de alteraciones, con el borde de cada huella neto y bien marcado.

El principal rasgo de distinción de *Casamiquelichnus navesorum* es la presencia de los surcos rectilíneos que acompañan a las huellas pedales. Dichas marcas no se encuentran en ninguno de los otros rastros de terópodos conocidos de la localidad Estancia Laguna Manantiales. En este sitio, huellas asociadas a marcas de arrastre son conocidas en algunas de las rastrilladas de *Ameghinichnus patagonicus* (Casamiquela, 1964, 1975), aunque en este caso se vinculan con el al arrastre de la cola de animal. Dichas marcas, que se ubican en la línea media del rastro, son proporcionalmente más gruesas a las de *Casamiquelichnus navesorum* y frecuentemente describen una trayectoria sinusoidal. En contraste, las marcas de *Casamiquelichnus navesorum* son estrechas, rectilíneas y están ubicadas alternada y equidistalmente por fuera de la línea media.

La presencia de surcos de extensión variable en el sustrato es un carácter que aparece con cierta frecuencia en los rastros asignados a terópodos, como en el caso de *Wintonopus latomorum* y *Starkopus australis* (Thulborn y Wade, 1984). En la mayoría de los casos estas marcas son explicadas como arrastres de las garras del propio pie, previos o posteriores a la impresión de la huella, debido a que forman parte de la impronta (véase Thulborn y Wade, 1984: lám. 8a, 9b, 10c, 12c-d, 13c y 14a). No obstante, las mismas no reflejan un patrón constante en la rastrillada, sino que son irregularidades de la traza generadas durante el desplazamiento (cambios de dirección en la trayectoria, aceleraciones o desaceleraciones en la velocidad de paso, etc.). En *Casamiquelichnus navesorum*, por el contrario, las impresiones de cada pie son in-

dependientes de los surcos rectilíneos, a la vez que dichas marcas se detectan en toda la rastrillada con morfología similar, sugiriendo una conducta de paso relativamente constante. Esto concuerda con el hecho de que la rastrillada compuesta por los especímenes MACN-SC-3380.4-5 denota mayor distancia de separación, tanto sea entre huellas como entre surcos, respecto a la rastrillada MACN-SC-3380.1-3, lo que podría significar que la continuidad en el arrastre se mantendría aún a una velocidad mayor de desplazamiento.

La poca profundidad de los surcos, preservados como suaves raspones también sugiere una leve, aunque prolongada, incidencia de la garra al rozar el sustrato. La explicación de la mecánica locomotora que habría determinado el trazado de estos surcos no deja de ser controversial. La alternativa de que los surcos fueron realizados por elementos del mismo pie nos resulta ciertamente remota ya que, en tal caso, posiblemente se habrían determinado irregularidades en el trazado (tales como discontinuidades en el recorrido de dicho surco o diferenciación de la profundidad del surco a nivel del pie), que no se manifiestan en las rastrilladas de *Casamiquelichnus navesorum*. Por el contrario, en la nueva icnoforma los surcos son continuos, de profundidad constante y alineados con las correspondientes impresiones pedales. De esta forma, nos inclinamos a pensar que dichos surcos provienen de la acción de elementos del lado opuesto a la marca pedal a la que están apareados. En un primer momento dichas marcas fueron interpretadas como producto del arrastre de la garra del dedo central al pasar al lado del miembro en reposo y antes de imprimir un nuevo paso (Coria, 1991). Otra posibilidad igualmente factible es que dicha marca hubiera sido producida por el arrastre de la garra, eventualmente hipertrofiada, del dedo lateral, recordando la condición presente en *Deinonychus antirrhopus* (Ostrom, 1969) y otros dromeosaurios, e.g. *Utahraptor*, *Velociraptor*. De todos modos, por el momento no es posible realizar interpretaciones sólidas sobre el origen anatómico determinante de dicho accidente en el sustrato. Estimamos que nuevas prospecciones en el área puedan dar con evidencia adicional que permita confrontar algunas de estas hipótesis y profundizar el estudio de esta interesante icnita, que por sus características representa una evidencia inequívoca de la variedad de tetrápodos continentales presentes en el Jurásico de Patagonia.

Agradecimientos

Al Dr. J. Bonaparte por ofrecer para su estudio el material que aquí se analiza. Al Dr. R. Pascual por permitir realizar consultas de materiales pertenecientes a la colección de Paleontología de Vertebrados del Museo de La Plata. A los Dres. D. Berman y A. Kramarz por la paciente atención dispensada al facilitar el acceso

a materiales iconológicos tipo de las colecciones a su cargo. L. Salgado y J. Calvo realizaron útiles sugerencias en etapas preliminares del manuscrito. A I. de Souza Carvalho y C.L. Shultz por sus lecturas críticas y útiles comentarios.

Bibliografía

- Alonso, R.N. y Marquillas, R.A. 1986. Nueva localidad con huellas de dinosaurios y primer hallazgo de huellas de aves en la Formación Yacoraite (Maastrichtiano) del Norte Argentino. *4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 2: 33-42.
- Calvo, J.O. 1991. Huellas de dinosaurios en la Formación Río Limay (Albiano-Cenomaniano?), Picún Leufú, provincia de Neuquén, República Argentina. (Ornithischia-Saurischia: Saurópoda-Theropoda). *Ameghiniana* 28: 241-258.
- Carvalho, I.S. y Kattah, S.S. 1998. As pegadas fósseis do paleodeserto da bacia Sanfranciscana (Jurássico Superior - Cretáceo Inferior, Minas Gerais). *Annais Academia brasileira de Ciencias* 70: 53-67.
- Casamiquela, R.M. 1964. *Estudios Icnológicos*. Gobierno de la Provincia de Río Negro, Ministerio de Asuntos Sociales (Buenos Aires), 229 pp.
- Casamiquela, R.M. 1975. *Herbstosaurus pigmaeus* (Coeluria, Compsognathidae) n. g. n. sp. del Jurásico Medio del Neuquén (Patagonia Septentrional). *1º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Tucumán), *Actas* 2: 87-103.
- Coria, R.A. 1991. Nuevas icnitas de la Localidad Estancia Laguna Manantiales, Fm. La Matilde, Jurásico Sup., Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 28: 405.
- Coria, R.A., Currie, P.J., Eberth, D. y Garrido, A. 2002. Bird footprints from the Anacleto Formation (Lower Campanian, Upper Cretaceous). *Ameghiniana* 39: 453-463.
- de Giusto, J.M., Di Persia, C.A. y Pezzi, E. 1980. Nesocratón del Deseado. En: J. Turner (ed.), *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias (Córdoba) 2: 1389-1430.
- De Valais, S. y Melchor, R. 2003. Nuevos aportes sobre la icnofauna de la Formación La Matilde (Jurásico Medio), Provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 40 *Suplemento Resúmenes*: 53R.
- De Valais, S., Melchor, R. y Genise, J. 2003. *Hexapodichmus casamiquelai* isp. nov.: An insect trackway from La Matilde Formation (Middle Jurassic), Santa Cruz, Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 9: 35-41.
- Leonardi, G. 1989. Inventory and statistics of the South American dinosaurian ichnofauna and its paleobiological interpretation. En: D.D. Gillette y M.G. Lockley (eds.), *Dinosaur tracks and traces*. Cambridge University Press, Cambridge, 454 pp.
- Leonardi, G. 1994. *Annotated atlas of South America tetrapod footprints (Devonian to Holocene) with an appendix on Mexico and Central America*. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Brasília), 248 pp.
- Leonardi, G. y Godoy, L.D. 1980. Novas pistas de tetrapodes da Formação Botucatu no Estado de São Paulo. *Annais do Congresso Brasileiro de Geologia* (Camboriú): 3080-3089.
- Leonardi, G. y Lima, F.H. de O. 1990. A revision of the Triassic and Jurassic tetrapod footprints of Argentina and a new approach on the age and meaning of the Botucatu Formation footprints (Brazil). *Revista Brasileira de Geociências* 20: 216-229.
- Marsh, O.C. 1881. Classification of the Dinosauria. *American Journal of Sciences* (Ser. 3) 23: 81-86.
- Melchor, R.N., de Valais, S. y Genise, J.F. 2002. Bird-like fossil footprints from the Late Triassic. *Nature* 417: 936-938.
- Ostrom, J.H. 1969. Osteology of *Deinonychus antirrhopus*, an unusual theropod from the Lower Cretaceous of Montana. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History* 30: 1-165.
- Thulborn, R.A. y Wade, M. 1984. Dinosaur trackways in the Winton Formation (Mid-Cretaceous) of Queensland. *Memoirs of the Queensland Museum* 21: 413-517.

Recibido: 3 de julio de 2003.

Aceptado: 4 de marzo de 2004.