

ICNOLOGÍA

Pablo J. Pazos¹

1. Facultad de Ciencias. Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires - CONICET pazos@gl.fcen.uba.ar

RESUMEN

La icnología de la provincia del Neuquén ha sido abordada desde el punto de vista geológico y paleontológico pero referido a algunos intervalos estratigráficos en particular. En unidades marinas los registros comienzan en el Jurásico Inferior-Medio en la Fms. Los Molles y Lajas y son particularmente abundantes en las unidades marinas someras del Cretácico Inferior del Grupo Mendoza, en las Fms. Mulichinco y Agrio. En La Fm. Huitrín, las calizas del Mb. La Tosca presentan trazas documentadas por primera vez. El estudio de huellas de vertebrados se remonta a mediados del siglo pasado y se focaliza en las unidades del Cretácico Superior del Grupo Neuquén donde se han documentado huellas de terópodos, saurópodos, pterosaurios y aves, además de lugares de nidificación de dinosaurios. Entre los registros nuevos aquí ilustrados se encuentran trazas de invertebrados en el Mb. Avilé de la Fm. Agrio, de naturaleza continental y en rocas miocenas de la Fm. Puesto Burgos donde se han documentado abundantes nidos de escarabajos constituyendo el primer registro de nidos de insectos en paleosuelos de Neuquén.

Palabras clave: icnología, invertebrados, vertebrados, paleosuelos, facies

ABSTRACT

Ichnology- The ichnology of the Neuquén Province has been addressed from a geologic or a paleontologic point of view, but particularly focusing in some stratigraphic intervals. In marine units the documented ichnological record starts in the Lower-Middle Jurassic units corresponding to Los Molles and Lajas Formations, but it is particularly abundant in the Lower Cretaceous deposits, Mendoza Group, of the Mulichinco and Agrio Formations. In the Huitrín Formation, trace fossils are reported for the first time in limestones of the La Tosca Member. The study of vertebrate tracks began in the middle part of the last century, and it is focused on units of the Upper Cretaceous conforming the Neuquén Group. There, theropod, sauropod, pterosaur and avian tracks, and nests of dinosaurs have been described. New records in continental units correspond to invertebrate ichnofossils in the Avilé Member of the Agrio Formation but particularly in the Miocene deposits of the Puesto Burgos Formation, where beetle nests have been documented for the first time in paleosoils of the Neuquén Province.

Key words: ichnology, invertebrates, vertebrates, facies, paleosoils

INTRODUCCIÓN

Los estudios icnológicos en la provincia de Neuquén originalmente se hallaron ligados a investigaciones paleontológicas en las unidades continentales de la Cuenca Neuquina. En particular son muy conocidas desde mediados del siglo pasado (Casamiquela 1962) las pisadas de vertebrados aflorantes hacia el Este de la provincia (Fig. 1) y en afloramientos correspondientes al Grupo Neuquén, del Cretácico Superior. En los que respecta a la icnología de unidades marinas, los estudios son más modernos y el rango estratigráfico documentado va desde el Jurásico hasta el Cretácico Inferior. Existen dos trabajos que han realizado una síntesis del conocimiento icnológico en unidades continentales y marinas. En el primer caso, Calvo (2007) ha efectuado una recopilación de todos los registros de huellas de vertebrados del Mesozoico, y en el segundo, Pazos (2009) ha efectuado una síntesis del conocimiento icnológico de las unidades marinas de la Cuenca Neuquina. En ambos contextos depositacionales se han incorporado nuevos trabajos que documentan material relevante, ya sea desde el punto de vista estrictamente paleontológico como por las inferencias paleoambientales que es posible interpretar. Por otra parte, existen otras menciones que no han sido incluidas en dichas recopilaciones, que junto a material ilustrado son por primera vez mencionados en el presente trabajo.

La icnología vista como el registro de la actividad de organismos (Bromley 1996) es una de las pocas disciplinas que permite ser abordada desde una perspectiva geológica, fundamentalmente relacionada con modificaciones a la fábrica primaria (McIlroy 2008) y las consecuentes modificaciones en parámetros petrofísicos como porosidad y permeabilidad, y desde la paleontología, principalmente con referencia a estudios sistemáticos y paleoecológicos. En ambos enfoques, el conocimiento de la icnología de Neuquén es dispar, ya sea porque los intervalos estratigráficos que contienen estudios son acotados, por que los icnofósiles estudiados comprenden únicamente a un tipo de registro o porque no se han realizado atendiendo al enfoque geológico y paleontológico en un mismo trabajo.

Entre los aspectos más interesantes de la icnología es destacable la utilidad para reconocer en ciertos casos el organismo productor y de esta manera tener una información directa del medio depositacional, ya sea por parámetros fisicoquímicos, como tipo de sustrato y consistencia (Gingras *et al.* 2000), oxigenación, salinidad, energía, batimetría, etc. que se desprenden del entendimiento de los modos de vida de los organismos productores y en muchos casos reforzados por comparaciones con organismos actuales. Asimismo, uno de los más destacables valores de la icnología es documentar la existencia de una paleofauna que no ha quedado registrada en restos fósiles.

les corpóreos. En algunos casos, estos registros son muy útiles para atestiguar la existencia de un determinado productor en un ámbito nunca antes hallado, o destacar condiciones paleoambientales contrastantes con interpretaciones previas, basadas meramente en la existencia de rasgos sedimentológicos. Por ejemplo, evidencias de exposición subaerea son documentadas con huellas de vertebrados donde no se registran ni rasgos edáficos ni grietas de desecación (Fig. 2a) y donde los modelos paleogeográficos señalan condiciones subacueas permanentes, como ha sido mencionado para la Fm. Agrio (Pazos *et al.* 2008). En otro caso es posible determinar condiciones batimétricas apelando al *bouyancy* o flotabilidad en la natación de pequeños vertebrados, como ha sido documentado para la Fm. Mulichinco (Pazos 2009), o bien reconocer un grupo de bivalvos como los tellínidos, que dejan trazas con morfologías muy complejas (Fig. 2b) y de los que no se reconocieron hasta la fecha restos fósiles (Pazos *et al.* 2010). En otro caso es posible reconocer el carácter gregario o que cierto grupo de dinosaurios no enterraban sus huevos, como ha sido documentado en la Fm. Anacleto (Chiappe & Coria 2004). Por este motivo, la icnología es una disciplina que resulta de indudable utilidad a la paleontología, pero también a la geología para el refinamiento de modelos paleoambientales. Es importante des-

taclar que la discusión acerca de que tipos de formas son incluidas en el campo de la icnología ha sido abordada por Bertling *et al.* (2006), particularmente en lo referente a gastrolitos, coprolitos y huevos.

ICNOLOGÍA DE UNIDADES MARINAS

En una reciente recopilación, Pazos (2009) ha efectuado una síntesis del conocimiento icnológico de las unidades marinas de la Cuenca Neuquina, que ha sido realizada siguiendo un esquema estratigráfico de la información icnológica que es acompañada por ilustraciones, como requisito básico para dar cuenta de icnotaxones. Dicho trabajo, que se refiere a la icnología de la cuenca en general y no exclusivamente a la provincia de Neuquén incluye, además, algunos registros para los cuales no se contaba con ilustraciones.

Dentro de los ambientes marinos, es posible distinguir aquellos típicos, o ámbitos abiertos y con bajas fluctuaciones en la salinidad, de aquellos someros hasta transicionales sometidos a un elevado estrés ambiental. La Cuenca Neuquina se caracteriza por la abundancia de ambientes someros, ya sea de plataforma o rampa y una notable ausencia de facies marinas profundas que se restringen al Jurásico Inferior a Medio (Legarreta & Gulisano 1989). Es oportuno destacar que de manera no deseable ha quedado arraigada la idea que las pelitas negras, muy frecuentes en el registro de la Cuenca Neuquina, son profundas cuando en realidad en muchos casos son indicadores de bajos niveles de oxigenación antes que de gran profundidad, como ocurre en intervalos de las Fms. Vaca Muerta y Agrio.

Formación Los Molles (Pliensbachiano- Calloviano Temprano)

Esta unidad, muy importante en la industria petrolera marca una de las transgresiones más importantes en el registro de la Cuenca Neuquina (Legarreta 2002) y se trata de una unidad marcadamente diacrónica, que engrana con facies deltaicas hasta fluviales hacia el sur del Engolfamiento Neuquino. El rango estratigráfico para esta unidad abarca desde el Jurásico Inferior y alcanza el Jurásico Medio y se la ha definido para una sucesión de pelitas negras con canales submarinos que registran la deposición en talud y pie de talud con depósitos turbidíticos. Existen localidades donde esta unidad aflora que son clásicas para caracterizar el Jurásico de la Cuenca Neuquina, como Chacay Melehue (Fig. 1) y Vega de la Veranada (Gulisano & Gutiérrez-Pleimling 1995). En esta unidad existen intervalos relativamente más someros que las facies clásicas donde Damborenea & Manceñido (1996) dan cuenta de uno de los pocos trabajos sistemáticos de bioerosión en el Mesozoico de Argentina. Se han reconocido formas producidas por bioerosión sobre conchillas de braquiópodos, bivalvos y aún cefalópodos. Entre ellos se destaca *Arachnostega* y también un icnogénero nuevo denominado *Korymbichnus*. Los mismos son considerados formas de alimentación especializada y producidos por poliquetos u algún componente de la meiofauna.

En las facies turbidíticas y pelíticas dominantes en la unidad, Poiré & del Valle (1992) documentaron icnofósiles tanto en pelitas como en depósitos psamíticos. En los pri-

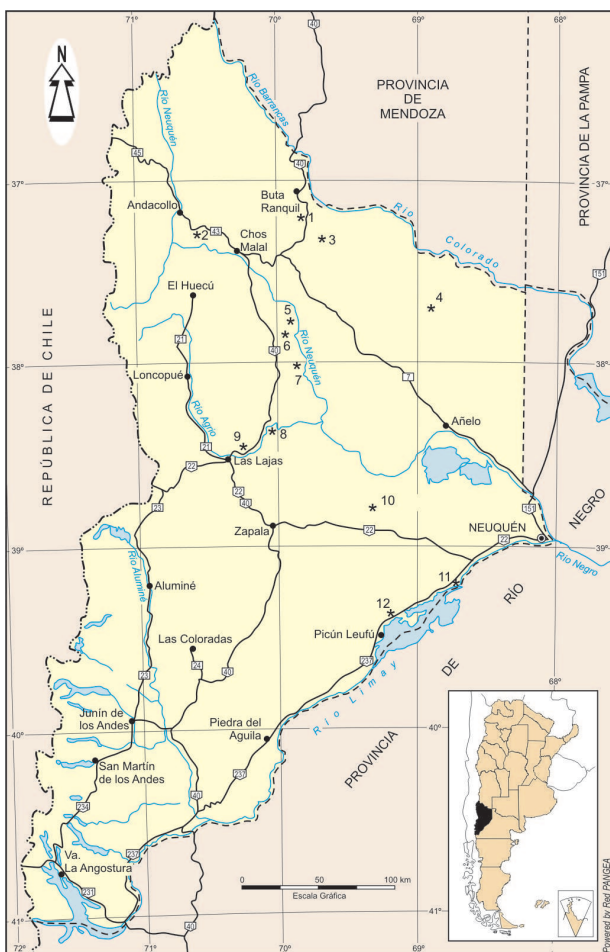


Figura 1: Mapa de ubicación con las localidades mencionadas en el texto. 1. Vega de Escalane. 2. Chacay Melehue. 3. Puerta Curaco. 4. Auca Mahuevo. 5. Cerro Rayoso. 6. Mina La Continental. 7. Cerro Rincón Bayo. 8. Bajada del Agrio. 9. Las Lajas. 10. Sierra Barrosa. 11. El Chocón. 12. Picún Leufú.

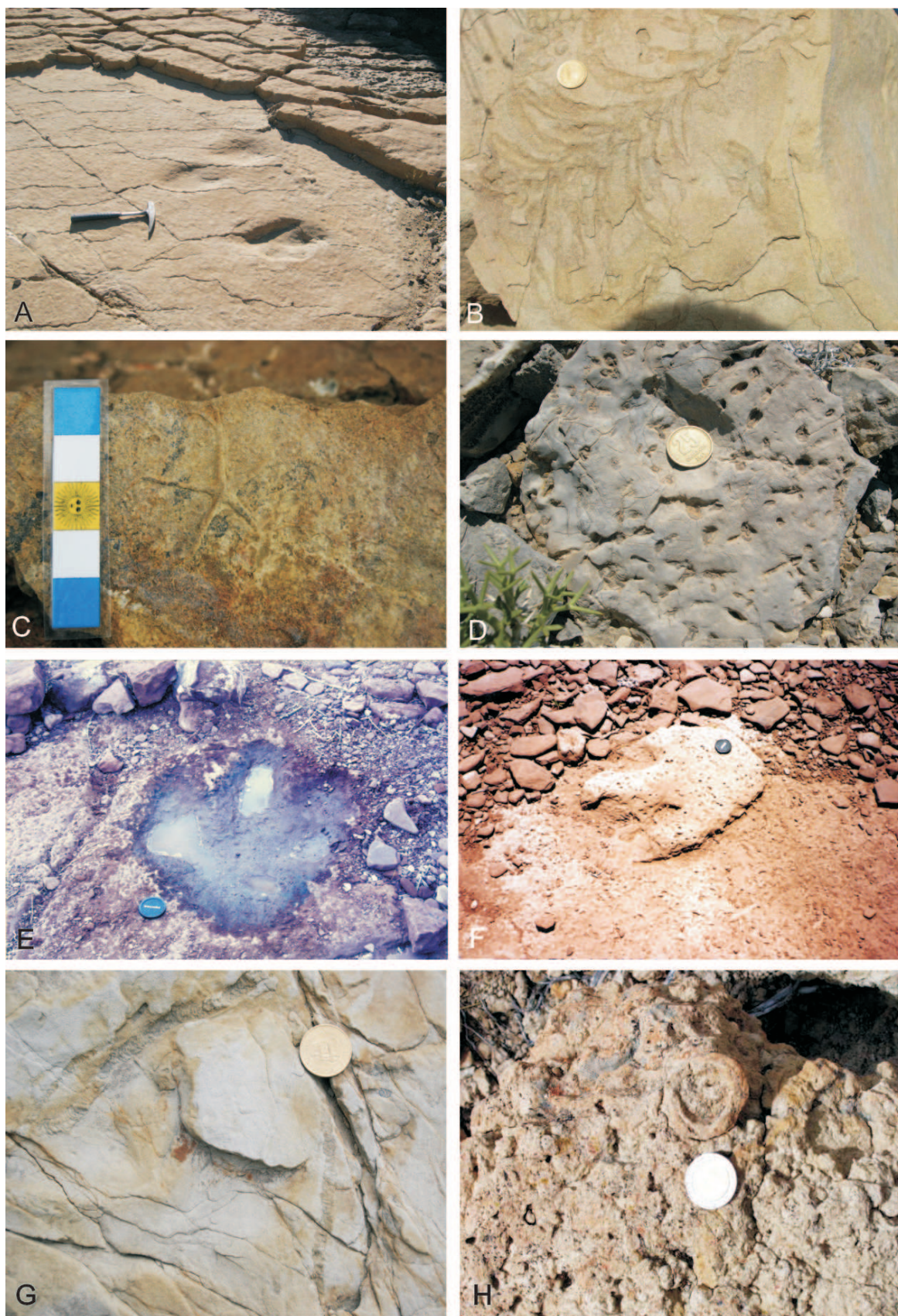


Figura 2: Algunos icnofósiles mencionados en el texto. A) Pisadas de dinosaurios pterópodos en Mina la Continental. B) Vista en planta de *Hillichnus*, Mina La Continental. C) Hiporrelieve convexo con *Astericites*, en Vega de Escalone. D) Bioturbación en calizas del Mb. La Tosca de la Fm. Huitrín, Mina La Continental. E) huella de dinosaurio en Balneario El Chocón. F) Huella de pterópodo bioturbada por invertebrados en Balneario El Chocón. G) Tubos meniscados tipo *Taenidium* en el Mb. Avilé de la Fm. Agrio. H). Nidos de escarabajos en la Fm. Puesto Burgos en el cerro Rincón Bayo.

meros mencionaron *Lophotecnium* y *Chondrites*, indicando baja oxigenación y en las areniscas con marcas de base hallaron *Ophiomorpha* y *Planolites*, vinculadas a condiciones más oxigenadas. Aunque no se presentaron ilustraciones, este trabajo es importante por ser el único que ha abordado en forma conjunta icnología y facies en la unidad.

Formación Lajas (Bajociano - Bathoniano)

Esta unidad ha sido objeto de innumerables estudios en superficie y subsuelo por constituir un importante reservorio de hidrocarburos para la Cuenca Neuquina (Legarreta 2002). Mientras que aspectos sedimentológicos tradicionales han sido motivo de numerosos estudios, los estudios icnológicos son relativamente recientes. En este último caso se ha combinado en forma detallada el análisis de facies y los icnofósiles, con su respectiva icnotaxonomía por McIlroy *et al.* (2005) y McIlroy (2007). Estos trabajos destacan la distribución de trazas fósiles en las distintas facies de un ambiente deltaico dominado por mareas (macromareal). Si bien la icnodiversidad no es elevada se distinguieron icnofábricas diferenciables y entre los icnofósiles aparecen algunos poco frecuentes en ambientes someros del Mesozoico como *Helminthopsis*, que es muy frecuente en ambientes profundos, en los registros post-paleozoicos (Uchman 2004). Sin embargo, trazas superficiales con geometrías espiraladas y generalmente preservadas como crestas hipicnias con relieve positivo, dominan en la icnofacies de *Nereites* (Seilacher 2007) y han sido documentadas en planicies de mareas del Pérmico (Minter *et al.* 2006). Las trazas fósiles descritas para esta unidad, se agrupan de manera desigual en las distintas facies y así aparecen hacia la base de la unidad en facies de costa afuera, *Chondrites* y *Protovirgularia*, mientras que en el frente deltaico dominado por mareas la diversidad es notable con *Asterosoma*, *Ophiomorpha*, *Palaeophycus*, *Parahaentzschelinia*, *Thalassinoides*, *Rosselia*, *Schaubcilindrichnus* y *Siphonichnus*. El prodelta es moderadamente más diverso que las facies de *offshore-shelf* y contiene *Chondrites*, *Ophiomorpha*, *Parahaentzschelinia*, *Rhizocorallium* y *Teichichnus*. Los canales distributarios por su parte contienen *Dactyloidites* y *Ophiomorpha*. Las planicies de marea y líneas costeras contienen numerosos subambientes entre los que se destacan los canales de marea activos y abandonados y las barras submaerales. Icnológicamente, se destacan *Asterosoma*, *Dactyloidites*, *Polykladichnus*, *Scolicia* y *Schaubcilindrichnus*. El icnogénero *Astericiates* ilustrado por McIlroy (2007) aparece restringido a los depósitos de canales de marea, donde las variaciones de salinidad y permanencia de condiciones subácueas reducen el estrés ambiental respecto del entorno, aunque no necesariamente indican condiciones de salinidad estable. Las planicies de marea propiamente dichas, entendiéndose como todos los sectores próximo-distales circundantes a canales de mareas, incluyen desde sectores submareales hasta supramareales. La mayor icnodiversidad se vincula con los sectores sub-intermareales. En el primer caso se han reconocido *Asterosoma*, *Palaeophycus*, *Planolites*, *Teichichnus* y *Rosselia*. En el último aparecen *Arenicolites*, *Dactyloidites*, *Ophiomorpha*, *Planolites* y *Dydimaulichnus*. Este último icnogénero ha sido reinterpretado como *Gyrochorte* por Pazos (2009). Finalmente, en los sectores vinculados direc-

tamente a la progradación fluvial se destacan los rizolitos y *Teredolites*.

El Grupo Mendoza, del Cretácico Inferior, ha sido objeto de numerosas contribuciones paleontológicas y en tal sentido las referencias icnológicas se han incrementado considerablemente en la pasada década. De las unidades que lo componen los registros icnológicos mejor documentados corresponden a las Fms. Mulichinco y Agrio (Pazos 2009).

Formación Mulichinco (Valanginiano)

Esta unidad se caracteriza por una amplia variedad de ambientes marinos, marinos marginales y continentales (Schwarz & Howell 2005) y ha sido objeto de innumerables estudios sedimentológicos, particularmente en los últimos años, donde se ha constituido en un nuevo objetivo en la búsqueda de hidrocarburos. Con todo, desde el punto de vista icnológico los registros son aún más recientes. El trabajo de Rodríguez *et al.* (2007) y Pazos (2009) son los primeros en documentar icnofauna en un marco litofacial para la localidad de Vega de Escalone. Allí, sin lugar a dudas se destaca la presencia de *Asteriacites* producida por ofiuras (Fig. 2c), pistas de locomoción de artrópodos tipo *Diplichnites*, *Ohiomorpha*, trazas de escape tipo *Siphonichnus* además de *Gyrochorte*, *Thalassinoides*, *Bergaueria* y *Lockeia*. *Asteriacites* es registrada por primera vez en el Cretácico de la Cuenca Neuquina en un contexto paleoambiental que documenta flujos oscilatorios. Por su parte, las pistas de artrópodos se hallan relacionadas con un ambiente influenciado por mareas. Aspecto importante de destacar es la existencia de trazas de vertebrados (*Characichnos?*), interpretadas como huellas aisladas producidas ya sea en un medio subacuo por natación o en un substrato expuesto pero altamente saturado en agua y condiciones altamente deformables. Material anexo proveniente de Puerta Curaco, documenta también la existencia de pequeños vertebrados y da cuenta de condiciones batimétricas muy someras para permitir la flotabilidad (*bouyancy*) o directamente exposición subaerea en un medio fangoso (Pazos 2009). En este caso independientemente se interprete exposición subaerea, condiciones marino marginales son documentadas para la base de la unidad en dicha localidad. Las Facies marinas abiertas suprayacentes contienen abundantes *Chondrites*, preservados en los senos de ondulitas.

Formación Agrio (Valanginiano Tardío - Barremiano Temprano?)

Esta unidad ha sido formalmente dividida en tres miembros, el Pilmatué y Agua de la Mula, inferior y superior respectivamente y que documentan facies marinas hasta marino marginales silicoclásticas y mixtas y otro continental o Avilé que los separa (Leanza & Hugo 2001). Icnogéneros tales como *Arenicolites*, *Chondrites*, *Gastrochaenolites*, *Gyrochorte*, *Ophiomorpha*, *Thalassinoides*, y *Teichichnus* han sido documentados en distintos niveles marinos de la unidad (Spalletti *et al.* 2001; Lazo *et al.* 2005; Doyle *et al.* 2005; Sagasti 2005). Recientemente, han sido dados a conocer novedosos hallazgos correspondientes a la sección cuspidal de la unidad donde para la zona de Mina La Continental y Cerro Rayoso (Fig. 1) se han documentado huellas de dinosaurios.



rios terópodos (Pazos *et al.* 2008), complejas trazas de tellínidos correspondientes a una nueva icnoespecie del icnogénero *Hillichnus* (Pazos *et al.* 2010), además de *Gyrochorte*, *Ophimorpha* y *Rhizocorallium*. Es interesante destacar que las huellas de terópodos también se encontraron en el cerro Rayoso (Pazos *et al.* en preparación), aparecen en depósitos carbonáticos con abundantes oolitas y dolomitización, que sugieren marcadas fluctuaciones, con exposición subaérea y diagénesis temprana en un ambiente marino marginal (Tunik *et al.* 2009). Por su parte, en la localidad tipo de la unidad, Bajada del Agrio, se han dado a conocer icnotaxones compuestos producidos por bivalvos y correspondientes a *Protovigularia dichotoma-Protovigularia rugosa*, asociados a *Lockeia silliquaria* (Fernández *et al.* 2010) y se ha documentado una interesante icnofauna donde además de los clásicos icnogéneros mencionados al inicio, se pueden agregar *Chondrites*, *Gastrochaenolites* y *Rosselia*. Paleambientalmente, se trata de una sucesión marino marginal, con canales mareales y tendencias hipersalinas hacia el techo de la unidad, de acuerdo a Fernández & Pazos (2008). Los depósitos marinos de la Fm. Agrio preservan abundantes trazas fósiles entre las que se destaca el icnogénero *Ophimorpha* y *Teichichnus* entre los más frecuentes en toda la cuenca.

Formación Huitrín (Barremiano-Aptiano)

Esta unidad es motivo de diferentes opiniones por parte de distintos estratígrafos, particularmente en lo que respecta a su sección basal. Algunos esquemas estratigráficos dan cuenta de su inicio con los depósitos continentales del denominado Mb. Troncoso (Vergani *et al.* 2002; Leanza 2003; Veiga *et al.* 2005, Strömback *et al.* 2005), mientras que otros incluyen en esta unidad una unidad carbonática denominado Mb. Chorreado (Legarreta 2002). Independientemente de la propuesta estratigráfica que se siga, esta unidad contiene un intervalo marino, carbonático, conocido como Mb. La Tosca, del que se han documentado trazas en sustratos endurecidos (Fig. 2d). La fauna presente indica condiciones marinas muy someras y aguas cálidas teniendo en cuenta la abundancia de oolitas.

ICNOLOGÍA DE UNIDADES CONTIENTALES

La icnología de unidades continentales podría remontarse a las unidades que marcan los comienzos del registro sedimentario en la Cuenca Neuquina, como el Precuyano, sin embargo no se han logrado hallazgos icnológicos en tales unidades, como tampoco se han efectuado en otras unidades continentales registradas en la cuenca con anterioridad al límite del Cretácico Inferior - Superior.

En verdad, los registros icnológicos en unidades continentales se hallan aparejados al registro de vertebrados fósiles, particularmente dinosaurios. Las formas más frecuentes corresponden a huellas de locomoción, aunque también se han documentado sitios de nidificación y deposición de huevos. El otro tipo de trazas frecuentemente mencionado en ambientes continentales son las huellas de aves. Calvo (2007) ha efectuado una reseña de los registros de la icnología de vertebrados en el Mesozoico de Patagonia y dicha contribución se recomienda como

referencia de búsqueda de los registros más antiguos y como síntesis con anterioridad a los últimos años.

Formación Candeleros (Cenomaniano)

Esta unidad, cercana al límite entre el Cretácico Inferior y Superior, es la más antigua del Grupo Neuquén. Es integrante del Subgrupo Río Limay y es muy rica en icnofósiles. Las primeras descripciones corresponden a Calvo (1991) quien dio a conocer una abundante icnofauna en la localidad de Picún Leufú (Fig. 1), allí ha mencionado numerosos icnogéneros e icnoespecies nuevos como: *Sousaichnium*; *Limayichnus*; *Bonaparteichnium*; *Sauropodichnus*; *Abelichnus*; *Bressanichnus*; *Deferrariichnium*; *Picunichnus*. Las mismas muestran una combinación de terópodos (Fig. 2e, f) y saurópodos y constituyen uno de los primeros yacimientos en las inmediaciones del embalse Exequiel Ramos Mejía. Nuevamente Calvo & Mazzetta (2004) describen huellas en el cerro Bote, ubicado a 15 km de la localidad de Picún Leufú, sobre la misma margen del lago. En esta oportunidad documentan huellas de pequeños dinosaurios celurosaurios y otras de mayor tamaño de carnosaurios asignadas a *Abelichnus*. Por su parte los tiranosaurios se hallan presentes por el registro de huellas asignables a *Sauropodichnus*. Se interpreta por la morfología de las rastreadas desplazamientos grupales indicativos de caminatas o trote, muy por debajo de la capacidad máxima de desplazamiento.

En la misma región se han dado a conocer las primeras huellas de dinosaurios pterópodos de la cuenca, correspondientes al icnogénero *Pterichnus*, por Calvo & Lockley (2001).

Formación Anacleto (Campaniano Temprano - Medio)

Esta unidad compuesta por depósitos fluviales es la unidad cuspidal del Grupo Neuquén y se caracteriza por incluir la localidad denominada Auca Mahuevo donde se han encontrado hasta 4 niveles de deposición de huevos de dinosaurios, Titanosauridae y que se caracterizan por encontrarse en acumulaciones que claramente muestran que se trata de sitios de ovideposición, que demuestran el carácter gregario de dichos dinosaurios al momento de nidificar y que, además no sepultaban a sus huevos, sino que los mismos eran depositados en excavaciones someras (Chiappe & Coria 2004). Es importante destacar que en dicha localidad se han encontrado huevos que preservan embriones, los que han permitido asignar los mismos a Titanosauridae y que por las características de la estructura de la cáscara (*eggshell*) se han podido inferir condiciones paleoambientales húmedas con intervalos semiáridos (Jackson *et al.* 2004). Recientemente, Garrido (2010) ha analizado desde el punto de vista sedimentológico dicha localidad concluyendo que se trata de depósitos correspondientes a sistemas fluviales de moderada a alta sinuosidad. Asimismo, se analiza la localidad de Los Barreales, ubicada a 25 km al sureste de la primera y donde también se han encontrado nidadas de dinosaurios.

En lo que respecta a huellas de aves, Coria *et al.* (2002) han documentado en el área de la Sierra Barrosa numerosas huellas aviares a las que han asignado a *Aquatilavipes* y otras similares a *Ignotornis* y *Jindongornipes*, así como un nuevo taxón denominado *Barrosopus*.

Nuevos Registros

En lo que respecta a ambientes continentales es posible mencionar que en las facies fluviales del Mb. Avilé de la Fm. Agrio, donde se encuentran depósitos fluviales que son sucedidos por eolianitas se han documentado en el contacto entre areniscas y pelitas del intervalo fluvial, abundantes trazas caracterizadas por un notable *spreiten* tipo *Taenidium* (Fig. 2g) y variaciones granulométricas entre los meniscos. Estas morfologías son típicas de la icnofacies de *Scoyenia* (Seilacher 1967). Las trazas fósiles en paleosuelos al ser caracterizadas con la icnofacies de *Coprinisphaera* (Genise *et al.* 2000) frecuente en el Cenozoico de Argentina y Uruguay, que se reconoce por la abundancia de nidos de insectos fósiles entre los que se destacan escarabajos coprófagos, abejas y avispas. En la Fm. Puesto Burgos (Oligoceno Superior-Mioceno Temprano) aflorante en el ámbito de la Hoja Geológica Zapala, Leanza & Hugo (2001) han reconocido en un perfil de aproximadamente 70 m. niveles de paleosuelos con abundantes nidos de insectos. Esta unidad aflora en las inmediaciones del cerro Rincón Bayo (Fig. 1) y allí se han encontrado paleosuelos castaños, con abundantes nidos de escarabajos (Fig. 2h) atribuibles a *Coprinisphaera* y celdillas de abejas, lo que constituye el primer registro de la icnofacies en territorio neuquino.

CONCLUSIONES

Los registros icnológicos de la provincia del Neuquén se concentran en depósitos que conforman el relleno de la Cuenca Neuquina. Los registros más antiguos de unidades marinas corresponden a la Fm. Los Molles, del Jurásico Inferior-Medio. Allí se ha documentado una icnofauna poco diversa dominada por condiciones de baja oxigenación, interrumpida por eventos turbidíticos. Un caso particular comprende registros de bioerosión en conchillas de braquiópodos, bivalvos y cefalópodos por poliquetos u otro integrante de la meiofauna. Las facies deltaicas progradantes desde el sur, de la Fm. Lajas (Bajociano-Bathoniano) muestran una abundante diversidad en subambientes deltáicos pero también en planicies de mareas. Entre los icnogéneros documentados se destaca *Helminthopsis*, que suele ser más frecuente en facies más profundas. Otros como *Asteriacites* y *Dactyloidiotes* son muy abundantes. Es notable la ausencia de huellas de vertebrados. La Fm. Mulichinco (Valangianiano) en Vega de Escalone contiene abundantes evidencias de marea y oleaje y en ella se han dado a conocer trazas de ofiuroides y formas atribuidas a natación de pequeños vertebrados, entre las más destacables. La Fm. Agrio, registra icnofósiles en toda la unidad, aunque son más frecuentes hacia el techo de la misma donde se han documentado huellas de dinosaurios terópodos, formas complejas de alimentación de bivalvos tellinidos y compuestas de locomoción de bivalvos, entre las más interesantes. En el Mb. La Tosca de la Fm. Huitrín (Barremiano-Aptiano) se han reconocido perforaciones en calizas.

En depósitos continentales del Cretácico Superior (Cenomaniano- Campaniano Medio) de la Cuenca Neuquina, se han documentado varias localidades como Auca Mahuevo, Picún Leufú, Los Barreales y Sierra Barrosa donde se han encontrado abundantes huellas de dinosaurios, tanto saurópodos, como terópodos y huellas de aves. Ade-

más de huellas de pterosaurios y zonas de nidificación de saurópodos que muestran el comportamiento gregario y la ausencia de enterramiento de los huevos. Finalmente entre los hallazgos documentados en este trabajo se destacan tubos meniscados en facies fluviales del Mb. Avilé de la Fm. Agrio y nidos de escarabajos y abejas en paleosuelos de la Fm. Puesto Burgos (Oligoceno Superior-Mioceno Temprano) en las inmediaciones del cerro Bajo.

Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento a los Dres. Rodolfo Coria (Museo Carmen Funes) de Plaza Huincul, Alberto Garrido (Museo Olsacher) de Zapala, Andrea Concheyro, Darío Lazo y Verónica Krapovickas, de la FCEN, UBA, por el aporte de bibliografía, discusiones y material gráfico y a la Lic. D. Fernández (UBA) por sus observaciones.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bertling, M., Brady, S.J., Bromley, R.G., Demathieu, G.R., Genise, J., Mikuláš, R., Nielsen, J. K., Rindsberg, A., Schirf, M. & Uchman, A. 2006. Names for trace fossils: a uniform approach. *Lethaia* 39, 265-286.
- Bromley, R. 1996. Trace Fossils: Biology, Taphonomy and Applications. Second edition, Chapman & Hall, 361 pp. London.
- Calvo, J.O. 1991. Huellas Fósiles de dinosaurios en la Formación Río Limay (Albiano-Cenomaniano), Picún Leufú, Provincia del Neuquén, Argentina. (*Ornithischia-Saurischia: Saurópoda-Terópoda*). *Ameghiniana* 28: 241-258.
- Calvo, J. 2007. Ichnology. En: Gasparini, Z., Salgado, L.A. & Coria R. (Eds.): *Patagonian Mesozoic Reptiles*. Chapter 13: 314-334. Indiana University Press.
- Calvo, J.O. & Lockley, M.G. 2001. The first pterosaur tracks from Gondwana. *Cretaceous Research* 22: 585-590.
- Calvo, J.O. & Mazzetta, G.V. 2004. Nuevos hallazgos de huellas de Dinosaurios en la Formación Río Limay (Albiano-Cenomaniano) Picún Leufú, Neuquén, Argentina. *Ameghiniana* 41 (4): 545-554.
- Casamiquela, R. 1962. Sobre la presencia de un presunto Sauria aberrante en el Liásico del Neuquén (Patagonia). *Ameghiniana* 2(10): 183-186.
- Chiappe, L.M. & Coria, R.A. 2004. Auca Mahuevo, un extraordinario sitio de nidificación de dinosaurios saurópodos del Cretácico Tardío, Neuquén, Argentina. *Ameghiniana*, 41 (4): 591-596
- Coria, R.A., Currie, P.J., Eberth, D. & Garrido, A. 2002. Bird footprints from the Anacleto Formation (Late Cretaceous) in Neuquén Province, Argentina. *Ameghiniana*. 39 (4): 353-363.
- Damborenea, S. & Manceñido, M.O. 1996. Icnofósiles (Nucleocavia) preservados sobre moldes internos de conchillas del Jurásico Medio del oeste argentino. *Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial 4. Primera Reunión Argentina de Icnología*. pp.111-120.
- Doyle, P. Poiré, D.G., Spalletti, L.A., Pirrie, D., Brenchley, P. & Matheos, S. 2005. Relative oxygenation of the Thitonian-Valangian Vaca Muerta-Chachao Formations of the Mendoza shelf, Neuquén Basin, Argentina. En: Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A. & Schwarz, E. (Eds.): *The Neuquén Basin: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*, Geological Society Special Publication 252: 185-206, London.
- Fernández D.E. & Pazos, P.J. 2008. Icnología de facies transicionales en el techo de la Formación Agrio en su localidad tipo. En:



- Zapettini, E., Crosta, S., González, M.A. & Segal, S. (Eds.): 17º Congreso Geológico Argentino, San Salvador de Jujuy, Argentina, Actas 1: 761-762.
- Fernández, D.E., Pazos, P.J. & Aguirre-Urreta, M.B. 2010. *Protovirgularia dichotoma-Protovirgularia rugosa*: An example of a compound trace fossil from the Lower Cretaceous (Agrido Formation) of the Neuquén basin, Argentina. *Ichnos* 17 (1): 40-47.
- Garrido, A.C. 2010. Paleoenvironment of the Auca Mahuevo and Los Barreales sauropod nesting-sites (late cretaceous, Neuquén Province, Argentina). *Ameghiniana* 47 (1): 99-106.
- Genise, J., Mangano, M.G., Buatois, L.A., Laza, J.H. & Verde, M. 2000. Insect trace fossil associations in paleosoils: The *Coprinisphaera* ichnofacies. *Palaios* 15: 49-64.
- Gingras, M., Pemberton, S.G. & Saunders, T. 2000. Firmness profiles associated with tidal-creek deposits: the temporal significance of *Glossifungites* assemblages. *Journal of Sedimentary Research* 70 (5): 1017-1025.
- Gulisano, C.A. & Gutiérrez-Pleimling A.R. 1995. The Jurassic of the Neuquén Basin. Field Guide. Secretaría de Minería de la Nación y Asociación Geológica Argentina. Serie E-3. 103 pp. Buenos Aires
- Jackson, F.D., Garrido, A., Schmitt, J.G., Chiappe, L.M., Dingus, L. & Loope, D.B. 2004. Abnormal, multilayered titanosaur (Dinosauria: Saurópoda) eggs from in situ clutches at the Auca Mahuevo locality, Neuquén province, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 24 (4) 913-922.
- Lazo, D.G., Cichowski, M., Rodríguez, D.L. & Aguirre-Urreta, M.B. 2005. Lithofacies, palaeoecology and palaeoenvironments of the Agrido Formation, Lower Cretaceous of the Neuquén basin, Argentina. En: Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A. & Schwarz, E. (Eds.): *The Neuquén Basin: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*, The Geological Society Special Publication 252: 295-315, London.
- Leanza, H.A. 2003. Las sedimentitas huirinianas y rayosianas (Cretácico Inferior) en el ámbito central y meridional de la Cuenca Neuquina, Argentina. SEGEMAR, Serie Contribuciones Técnicas, Geología 2: 1-31. Buenos Aires.
- Leanza, H.A. & Hugo, C. 2001. Hoja Geológica Zapala, Hoja 3969-I, 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín 275: 1-128.
- Legarreta, L. 2002. Eventos de desecación en la Cuenca Neuquina: Depósitos continentales y distribución de hidrocarburos. 5º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas digitales, Buenos Aires.
- Legarreta, L. & Gulisano, C.A. 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior-Terciario inferior, Argentina). En: Chebli, G. & Spalletti, L.A. (Eds.): *Cuencas Sedimentarias Argentinas*. Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica 6: 221-243.
- Mclroy, D. 2007. Palaeoenvironmental controls on the ichnology of tide-influenced facies with an example from a macrotidal tide-dominated deltaic depositional system, Lajas Formation, Neuquén Province, Argentina. En: Bromley, R. Buatois, L.A., Mangano M.G., Genise, J. & R. Melchor (Eds.): *Sediment-Organism Interactions: a Multifaceted Ichnology*. SEPM Special Publication 88. 195-212.
- Mclroy, D. 2008. Ichnological Analysis: the common ground between ichnofacies workers and Ichnofabric analysts. *Paleoecology, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleocology* 270(3-4): 332-338.
- Mclroy, D., Flint, S., Howell, J.A. & Timms, N. 2005. Sedimentology of the Jurassic tide-dominated Lajas Formation, Neuquén Basin, Argentina. En: Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A. & Schwarz, E. (Eds.): *The Neuquén Basin, Argentina: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*, Geological Society Special Publications 252: 83-108, London.
- Minter, N.J., Buatois, L.A., Lucas, S.G., Braddy, S.J. & Smith, J.A. 2006. Spiral-shaped graphoglyptids from Early Permian intertidal flat. *Geology* 34 (12): 1056-1060.
- Pazos, P.J. 2009. Síntesis icnológica de las unidades mesozoicas marinas de la Cuenca Neuquina, nuevos datos y perspectivas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 65 (2): 362-372.
- Pazos, P.J., Fernández, D.E., Lazo, D.G., Tunik, M., Marsicano, C. & Aguirre-Urreta, M.B. 2008. Ichnology of mixed carbonate-siliclastic tidal flats, Lower Cretaceous, Neuquén basin, Argentina. 2º. International Congress on Ichnology (Kracov), Abstracts, p. 99.
- Pazos, P.J., Fernández, D.E. & Aguirre-Urreta, M.B. 2010. Three-dimensionally integrated trace fossils from shallow-marine deposits in the Lower Cretaceous of the Neuquén Basin (Argentina): *Hillichnus agrioensis* sp.nov. *Acta geológica Polónica* 60 (1): 105-118.
- Poiré, D.G. & del Valle, A. 1992. Análisis sedimentológico de trazas fósiles de las Formaciones Los Molles y Lajas, Grupo Cuyo, Jurásico de Cuenca Neuquina, Argentina. 4º Reunión Argentina de Sedimentología, 1: 25-32.
- Rodríguez, D., Pazos, P.J. & Aguirre-Urreta, M.B. 2007. Lower Cretaceous ophiuroid trace fossils from the Neuquén Basin, western Argentina. En: Bromley, R. Buatois, L.A., Mangano M.G., Genise, J. & R. Melchor (Eds.): *Sediment-Organism Interactions: a Multifaceted Ichnology*, SEPM Special Publication 88: 98-105.
- Sagasti, G. 2005. Hemipelagic record of orbitally-induced dilution cycles in Lower Cretaceous sediments of the Neuquén Basin. En: Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A. & Schwarz, E. (Eds.): *The Neuquén Basin: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*, Geological Society Special Publication 252: 231-250, London.
- Schwarz, E. & Howell, J.A. 2005. Sedimentary evolution and depositional architecture of a lowstand sequence set: the Lower Cretaceous Mulichinco Formation, Neuquén Basin, Argentina. En: Veiga, G.D., Spalletti, L.A. Howell, J.A. & Schwarz, E. (Eds.): *The Neuquén Basin, Argentina: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*, Geological Society Special Publication 252: 109-138, London.
- Seilacher, A. 1967. Bathymetry of trace fossils. *Marine Geology* 5: 413-428.
- Spalletti, L.A., Poire, D., Pirrie, D., Matheos, S. & Doyle, P. 2001. Respuesta sedimentológica a cambios en el nivel de base en una secuencia mixta clástica-carbonática del Cretácico de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 14: 57-74.
- Strömback, A., Howell, J.A. & Veiga, G.D. 2005. The transgression of an erg-sedimentation and reworking/soft sediment deformation of Aeolian facies: the Cretaceous Troncoso Member, Neuquén basin, Argentina. En: Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A. & Schwarz, E. (Eds.): *The Neuquén Basin, Argentina: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*, Geological Society Special Publication 252: 163-184, London.
- Tunik, M.A., Pazos P.J., Impicini, A., Lazo, D.G. & Aguirre-Urreta M.B. 2009. Dolomitized tidal cycles in the Agua de la Mula Member



- of the Agrio Formation (Lower Cretaceous), Neuquén Basin, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Research* 16 (1): 29-44.
- Uchman, A. 2004. Phanerozoic history of the deep-sea trace fossils. En: McIlroy, D. (Ed.): *The application of ichnology to palaeoenvironmental and stratigraphic analysis*. Geological Society Special Publication 228: 125-140. London.
- Veiga, G.D., Howell, J.A. & Strömbäck, A. 2005. Anatomy of a mixed marine-nonmarine lowstand wedge in a ramp setting. The record of the Barremian-Aptian complex relative sea-level fall in the central Neuquén basin, Argentina. En: Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A. & Schwarz, E. (Eds.): *The Neuquén Basin, Argentina: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*, Geological Society Special Publication 252: 163-184.
- Vergani, G., Selva, G & Boggetti, D. 2002. Estratigrafía y modelo de facies del Miembro Troncoso inferior, Formación Huitrín (Aptiano), en el noroeste de la Cuenca Neuquina, Argentina. XVIº Congreso Geológico Argentino, Actas. Versión CD. El Calafate.