AMEGHINIANA - 2013 - Tomo 50 (1): 33 – 50 ISSN 0002-7014

HUEVOS DE SAURÓPODOS DEL APTIANO–ALBIANO, FORMACIÓN CERRO BARCINO (PATAGONIA, ARGENTINA): UN ENIGMA PALEOAMBIENTAL Y PALEOBIOLÓGICO

ELOÍSA ARGAÑARAZ[1], GERALD GRELLET-TINNER[2,3], LUCAS E. FIORELLI[3], J. MARCELO KRAUSE[4] Y OLIVER W. M. RAUHUT[5]

[1]Centro de Investigaciones Paleobiológicas (CIPAL), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Vélez Sarsfield 299, X5000JJC Ciudad de Córdoba, Argentina. *eloisa.arganaraz@gmail.com*

[2]Investigador Correspondiente, CRILAR–CONICET, Entre Ríos y Mendoza s/n, 5301 Anillaco, Argentina; Associate Researcher at the Field Museum, Chicago, 1400 S Lake Shore Drive, IL 60605 Chicago, USA; Associate Researcher at The Journey Museum, 22 New York Street, Rapid City, SD 57701, USA. *locarnolugano@gmail.com*

[3]Departamento de Geociencias, CRILAR–CONICET, Entre Ríos y Mendoza s/n, 5301 Anillaco, La Rioja, Argentina. *lucasfiorelli@gmail.com*

[4]Museo Paleontológico Egidio Feruglio (MEF)- CONICET, Av. Fontana 140, U9100GYO Trelew, Chubut, Argentina. *mkrause@mef.org.ar*

[5]Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Geolgie and Department of Earth- and Environmental Sciences, Ludwig-Maximilians- Universität, Richard-Wagner-Str. 10, 80333 Munich, Germany. *o.rauhut@lrz.uni-muenchen.de*

Resumen. Para efectuar una interpretación paleobiológica del primer material oológico hallado en la provincia de Chubut, inferir su escenario paleoambiental y compararlo con huevos de dinosaurios de otras áreas, se describen detalladamente varios fragmentos y dos huevos fósiles incompletos provenientes de la localidad de Huanimán, en el centro-norte de la provincia. El material fue extraído en una arenisca tobácea fina, depositada en facies de planicie de inundación proximal asociada a canales multiepisódicos sinuosos. Esta roca es asignable al Miembro Cerro Castaño de la Formación Cerro Barcino (Aptiano–Albiano). La morfología de las cáscaras es similar a la de otros huevos megalolítidos (un grupo parafilético en la parataxonomía de huevos) de Patagonia tales como los de Auca Mahuevo (Neuquén), identificados como huevos de saurópodos titanosaurios a partir de embriones *in ovo*, y los de Salitral Moreno (Río Negro). Sin embargo, este nuevo material de Chubut, presenta un nuevo carácter estructural. La red de poros horizontal se ubica debajo de la superficie nodular, a diferencia de los huevos neuquinos donde se encuentra sobre la membrana testácea. Este carácter morfológico y el grosor de cáscara (1.5 mm), sugieren una novedosa adaptación a un ambiente específico de nidificación. Aunque sólo se han encontrado dos huevos aislados en Huanimán, este descubrimiento puede implicar la existencia de un nuevo sitio de nidificación en el área.

Palabras clave. Huanimán. Chubut. Huevos de saurópodos. Megaloolithidae. Formación Cerro Barcino. Miembro Cerro Castaño.

Abstract. SAUROPOD EGGS FROM THE APTIAN–ALBIAN CERRO BARCINO FORMATION, CHUBUT (PATAGONIA, ARGENTINA): A PALEOENVIRONMENTAL AND PALEOBIOLOGICAL ENIGMA. Here are described the first eggs and eggshell fragments from the Lower Cretaceous Chubut province. The two eggs and eggshell materials come from the Huaniman locality at the north-central region of Chubut. In this paper, we provide a paleontological description of the materials to infer their paleoenvironmental setting and we offer a morphological comparison with other South American dinosaur eggs. The egg materials were found in fine tuffaceous sandstone from a proximal floodplain deposits associated to sinuous and multi-episodic river channels, belonging to the Cerro Castaño Member (Aptian-Albian; Cerro Barcino Formation). The eggshell morphology is similar to that of megaloolithid eggs (a paraphyletic group in egg parataxonomy) known from Patagonia such as Auca Mahuevo, Neuquen, positively identified as sauropod titanosaurs on the basis of in ovo embryos, and Salitral Moreno, Rio Negro. However, the new specimens from Chubut exhibit structural features of the eggshell not previously reported such as a horizontal network of pore canals clearly visible near and beneath the outer nodular eggshell surface, similar in morphology but differently placed than in the Auca Mahuevo eggs —where it overlays the membrana testacea. This morphological feature and the 1.5 mm thick eggshell may illustrate a novel adaptation to this specific nesting environment. Although only two isolated eggs were found in Huaniman, this discovery suggests the potential for the existence of a more substantial nesting site in the area.

Key words. Huanimán. Chubut. Sauropods eggs. Megaloolithidae. Cerro Barcino Formation. Cerro Castaño Member.

El Cretácico Superior de América del Sur es reconocido por sus sitios de nidificación, agrupaciones de huevos, fragmentos de cáscaras y huevos de dinosaurios saurópodos, entre los que se cuentan localidades en Perú (Sigé, 1968; Kerourio y Sigé, 1984; Mourier *et al.*, 1988; Vianey-Liaud *et al.*, 1997), Brasil (Price, 1951; Magalhães Ribeiro, 1999, 2000, 2002; Grellet-Tinner y Zaher, 2007) Uruguay (Mones, 1980; Faccio, 1994) y, en Argentina, las provincias de Rio Negro y La Pampa (Powell, 1985; 1987, 1992; Manera de Bianco, 1996, 2000; Casadío *et al.*, 2002; Simón, 2006; Salgado *et al.*, 2007, 2009; Coria *et al.*, 2010; Fernández y Matheos, 2011), Salta (Powell, 1994) y Neuquén (Calvo *et al.*, 1997;

Chiappe *et al.*, 1998; Grellet-Tinner *et al.*, 2004; Grellet-Tinner, 2005). Los más prolíficos e importantes sitios de nidificación de dinosaurios se localizan en las provincias de La Rioja, Rio Negro y Neuquén (Chiappe *et al.*, 1998, 2003; Salgado *et al.*, 2007; Grellet-Tinner y Fiorelli, 2010). En esta última se encuentra Auca Mahuevo, con un impresionante número de agrupaciones de huevos y huevos completos (Chiappe *et al.*, 2005), algunos con embriones *in ovo* (Chiappe *et al.*, 2001; Grellet-Tinner *et al.*, 2004; Salgado *et al.*, 2005) y tejidos blandos fosilizados (Grellet-Tinner 2005; Coria y Chiappe, 2007). Los sitios de nidificación que preservan huevos con embriones *in ovo* son raros y únicos (Grellet-Tinner *et al.*, 2011) y proveen una referencia fiable para la identificación taxonómica de restos oológicos aislados descubiertos en otros niveles fosilíferos. Además, una vez que un huevo y su estructura de cáscara han sido taxonómicamente identificados, se presenta una excelente oportunidad para inferir la presencia de un linaje de dinosaurio parental (Grellet-Tinner y Zaher, 2007). Como tal, los especímenes de Auca Mahuevo (Argentina) (Chiappe *et al.*, 2001; Grellet-Tinner *et al.*, 2004;), Algui Ulaan Tsav (Mongolia) (Grellet-Tinner *et al.*, 2011) y aquellos de Toteşti, (Rumania) (*Grellet-Tinner et al., 2012a*) han provisto datos sustanciales para permitir la identificación taxonómica de huevos y cáscaras de huevos en otras localidades (Vianey-Liaud *et al.*, 2003; Salgado *et al.*, 2007; Coria *et al.*, 2010), esclareciendo aspectos de la conducta reproductiva de los saurópodos (Chiappe *et al.*, 2005; Grellet-Tinner *et al.*, 2006; Horner, 2000; Sander *et al.*, 2008; Vila *et al.*, 2010), patrones tafonómicos y diagenéticos y procesos asociados con la fosilización de huevos de dinosaurios (Grellet-Tinner y Chiappe, 2004; Grellet-Tinner *et al.*, 2004; Grellet-Tinner, 2005; Grellet-Tinner *et al.*, 2006, Grellet-Tinner *et al.*, 2010; Trimby y Grellet-Tinner, 2011). Sin embargo, los huevos de dinosaurios aún no están bien representados en el Cretácico Inferior de América del Sur, con la excepción del sitio de nidificación en Sanagasta, La Rioja, Argentina (Grellet-Tinner y Fiorelli, 2010), y un fragmento de cáscara de Puerto Yeruá, Entre Ríos (de Valais *et al.*, 2003) que posiblemente pertenezcan al Cretácico Inferior (Grellet Tinner et al., 2012b).

En el año 2001, personal del Museo Paleontológico Egidio Feruglio (MEF) dirigido por uno de nosotros (O.R.), descubrió varios fragmentos y dos huevos fósiles incompletos en la localidad de Huanimán. Estos se extrajeron de rocas asignables al Miembro Cerro Castaño de la Formación Cerro Barcino (Aptiano–Albiano). Presentamos aquí dichos materiales, que corresponden a los primeros huevos de dinosaurios descriptos de la Provincia de Chubut y el registro más antiguo de huevos cretácicos en Patagonia y América del Sur. El objetivo del presente trabajo es ofrecer una detallada descripción morfológica y una interpretación paleobiológica de los materiales oológicos de Chubut, su escenario paleoambiental y su comparación con otros huevos de dinosaurios.

MARCO GEOLÓGICO

El material de estudio fue colectado en la localidad Huanimán, en la base de la ladera sudeste de la Sierra de la Cicuta, centro-norte de la Provincia de Chubut. El área se caracteriza por presentar extensos afloramientos del Grupo Chubut (Codignotto *et al.*, 1979). Las rocas portadoras pertenecen al Miembro Cerro Castaño de la Formación Cerro Barcino, en la parte superior del Grupo Chubut (Nakayama, 1972). La Formación Cerro Barcino está constituida por cinco miembros volcaniclásticos, de la base al tope: Puesto La Paloma, Cerro Castaño, Las Plumas y Puesto Manuel Arce-Bayo Overo (facies laterales) (Manassero *et al.*, 2000) (Fig.1). En Huanimán, el Miembro Cerro Castaño apoya en concordancia sobre el Miembro Puesto La Paloma. El límite superior constituye una discordancia erosiva, sobre la cual apoyan tobas y basaltos de la Formación Sarmiento. La edad de la Formación Cerro Barcino fue referida al Aptiano sobre la base de asociaciones de carófitas y ostrácodos continentales descubiertos en las cercanías de la localidad Paso de los Indios (Musacchio, 1972; Musacchio y Chebli, 1975). Aunque algunos autores como Codignotto *et al.* (1979), Anselmi *et al.* (2004) y Carballido *et al.* (2011) consideraron que la edad del *Chubutisaurus insignis* (del Corro, 1975), hallado cerca del Cerro Bayo Overo (a 40 km de Huanimán), como cenomaniana, hay que destacar que ese somfospondilo fue extraído del Miembro Bayo Overo. El Miembro Cerro Castaño, del que provienen los materiales que aquí se describen fue reasignado en trabajos más recientes al Aptiano o al Aptiano–Albiano (Rich *et al.*, *1998*; Geuna *et al.*, 2000; Novas *et al.*, 2005; Leardi y Pol, 2009; Genise *et al.*, 2010).

Los afloramientos del Miembro Cerro Castaño en Huanimán (Fig. 2) consisten de aproximadamente 100 m continuos de areniscas y areniscas tobáceas, que proporcionaron restos esqueléticos de cocodrilos (Leardi y Pol 2009) y un esfenodonte eilenodontino (J. Carballido y P. Puerta, com. pers., 2010), además del material aquí referido. Tanto los restos esqueletales como los huevos fósiles se localizaron mayormente en la sección inferior de la columna estratigráfica (Fig. 3). En la sección se reconocieron cuatro asociaciones de facies definidas a continuación:

Relleno de canal (AF-1). Se caracteriza por cuerpos arenosos y areno-tobáceos con estratificación cruzada en artesa (facies *Aa, Ata*), de granulometría muy fina a gruesa y geometría lenticular, con espesores de 1,5–5 m y continuidad lateral de hasta varias decenas de metros. Los cuerpos que constituyen la AF-1 presentan superficies de corte y relleno, entre sucesivos lentes arenosos, con abundantes intraclastos fangosos. La gradación del relleno de los estratos muestra una tendencia general granodecreciente.

Interpretación: La geometría de los cuerpos y su anatomía facial interna permiten interpretar a la AF-1 como depósitos de relleno de canales principales, encapsulados. Estos canales habrían estado vinculados a planicies fangosas o arenosas muy finas, según marcan los abundantes intraclastos basales y los estratos con facies fangosas y arenosas muy finas, macizas, intercalados, en algunos casos cíclicamente. La marcada lenticularidad puede ser consecuencia de la reducida movilidad lateral de los canales (canales fijos) y una alta tasa de agradación, lo cual generaría el encapsulamiento de los cuerpos de canal dentro de facies de planicie de inundación (Dalrymple *et al.*, 1998).

Planicie de inundación proximal – albardón (AF-2). Bancos tabulares, compuestos por: 1) areniscas con estratificación cruzada en artesa con ondulitas (facies *Aa/o*), 2) areniscas tobáceas con estratificación cruzada en artesa, con ondulitas y/o laminación horizontal (facies *Ata, Ato, Ath*), 3) tobas con estratificación cruzada en artesa (facies *Ta*), 4) depósitos heterolíticos (facies *H*), y ocasionales niveles de fangolita con laminación horizontal (facies *Fh*), 5) Areniscas, areniscas tobáceas y tobas macizas (*Am, Atm, Tm*). La granulometría general de estos depósitos es arena fina a mediana. Los estratos no presentan una gradación particular, y en ocasiones muestran signos de bioturbación y pedogénesis.

Interpretación: La AF-2 se interpreta como el depósito

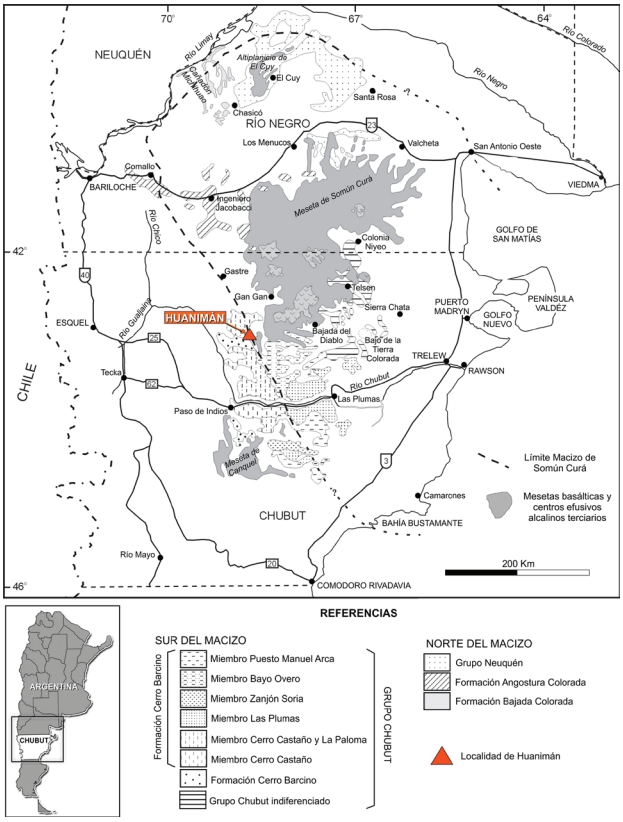


Figura 1. Mapa geológico y ubicación geográfica de la localidad de Huanimán, en el Centro-Norte de la provincia de Chubut, Patagonia, Argentina, en donde fueron hallados los huevos MEF 3057-*a* y MEF3057-*b* (tomado y modificado de Page *et al.*, 1999)/ *Geological map showing Huanimán locality, in north-central Chubut, Patagonia, Argentina, where fossil eggs MEF3057-a and MEF3057-b were found –orange triangle– (taken and modified from Page* et al.*, 1999).*

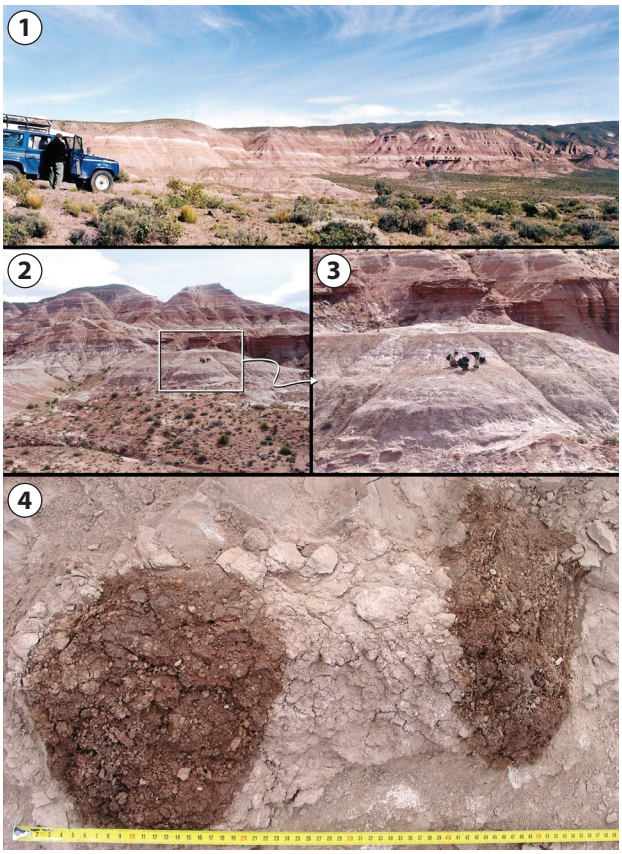
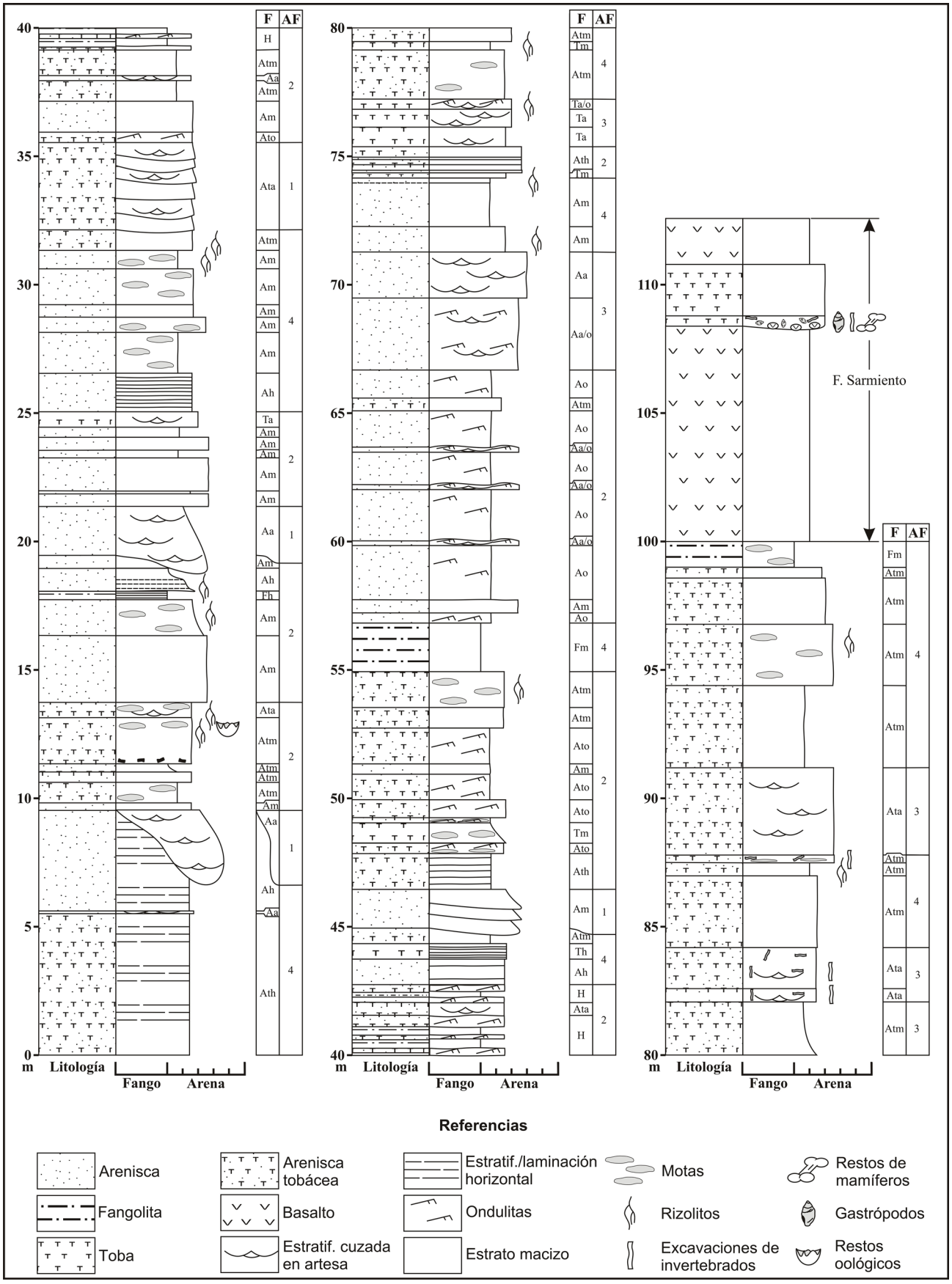


Figura 2. Localidad de Huanimán, Miembro Cerro Castaño, donde se hallaron los huevos *in situ*. **1**, afloramientos Cretácicos del Miembro Cerro Castaño en la Sierra de la Cicuta, provincia de Chubut; **2, 3**, afloramientos en la localidad de Huanimán mostrando las tareas de colección de los especímenes en el año 2004; **4**, huevos fósiles hallados *in situ*: MEF-3057 *a* (izquierda) y MEF-3057 *b* (derecha)/ *Huanimán locality, Cerro Castaño Member, where the* in situ *eggs were found.* ***1,*** *Cretaceous outcrops of the Cerro Castaño Member in the Sierra de la Cicuta, Chubut Province;* ***2, 3****, outcrops at the Huaniman locality showing the field work during collection of specimens in 2004;* ***4****,* in situ *fossil eggs: MEF-3057a (left) and MEF-3057b (right).*


F
AF
m
Litología
Fango
Arena
F. Sarmiento
Referencias
Arenisca
Arenisca tobácea
Estratif./laminación horizontal
Motas
Restos de mamíferos
Fangolita
Basalto
Ondulitas
Rizolitos
Gastrópodos
Toba
Estratif. cuzada en artesa
Estrato macizo
Excavaciones de invertebrados
Restos oológicos

de materiales piroclásticos o mixtos sobre una planicie de inundación proximal. Los estratos tabulares macizos con facies *Tm* y *Atm* representan probablemente el depósito de flujos en manto ocurridos en épocas de alta descarga, por desbordamiento del canal principal. En momentos de baja descarga, estos depósitos habrían estado expuestos a condiciones sub-aéreas y pedogénesis. Las sucesiones compuestas por ciclos de areniscas tobáceas finas-medianas y muy finas y fangolitas (facies *H*) pueden ser interpretadas como depósitos de albardón. Los estratos lenticulares finos con facies *Ata*, estarían indicando la presencia de pequeños canales sobre la planicie, interpretados en este contexto como pequeños canales de *crevasse*.

Planicie de inundación proximal – canal subsidiario (AF-3). Se constituye por facies arenosas, areno-tobáceas y piroclásticas retrabajadas, depositadas por un flujo tractivo de régimen bajo (facies *Aa, Aa/o, Ata, Ta, Ta/o*) y facies areno-tobáceas macizas (facies *Atm*). Los estratos generalmente sin gradación, con estructuras tractivas, probablemente responden al depósito de flujos canalizados, en cuyo lecho migraron dunas y óndulas. Los espesores de cuerpos individuales son relativamente pequeños, generalmente menores a 3m.

Interpretación: Los rasgos faciales y la íntima relación espacial con estratos de la AF-2, permiten interpretar a la AF-3 como depósitos de canales subsidiarios someros.

Planicie de inundación distal (AF-4). Se constituye esencialmente por facies arenosas finas a medianas, además de niveles subordinados de fangolitas y tobas. Son comunes los rasgos de pedogénesis.

Interpretación: Esta asociación se interpreta como facies de desborde en momentos de crecida, en los que gran parte del sedimento en suspensión dentro del relleno de canal se depositó a través de flujos no canalizados. La ocasional participación de tobas laminadas permite suponer además un crecimiento de la planicie de inundación a partir de lluvia de ceniza. La presencia restringida de facies fangosas permite interpretar un sistema fluvial esencialmente arenoso.

El sistema depositacional estudiado en la localidad Huanimán se interpreta como un sistema fluvial de carga mixta, aunque con un contenido arenoso significativo. La presencia de cuerpos canalizados lenticulares superpuestos permite interpretar un sistema multicanalizado, con canales encapsulados dentro de depósitos de planicie de inundación. El sistema posee asociaciones de facies que sugieren la presencia de albardones y canales subsidiarios, ante lo cual es plausible la presencia de un sistema de sinuosidad moderada a alta. En este sentido la ausencia de estructuras de migración lateral o de cuerpos de canal tabulares, puede deberse a una agradación continua del sistema, produciendo más bien el encajonamiento de los canales antes que una migración lateral de ellos a través de la planicie de inundación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue realizado sobre dos huevos fósiles incompletos, descubiertos *in situ* (MEF 3057-*a*; MEF 3057-*b*) junto con numerosos fragmentos de cáscaras aisladas (MEF 3057-*c*; MEF 3057-*d*) en la localidad de Huanimán (Chubut) y pertenecientes a la colección paleontológica del Museo "Egidio Feruglio", Trelew, Argentina.

Luego de observaciones con lupa de mano a 10X, se seleccionaron cuatro fragmentos de cáscaras del huevo MEF 3057-*a* y MEF 3057-*b* y dos fragmentos aislados (MEF 3057-*c* y MEF 3057-*d*). Cada muestra fue dividida en dos mitades. Una de ellas se utilizó para observaciones en MEB-EDS y la otra mitad para cortes delgados. Las unidades de cáscara, el sistema de poros, ornamentación, esferulitas y el número de capas fue observado en las secciones delgadas. Estos fragmentos mostraban dos colores diferentes, algunas cáscaras de color gris amarronado similar a los huevos, mientras que otras exhibían un color rojo-marrón oscuro. El grosor de cáscara de los especímenes seleccionados fue digitalmente medido en el MEB y en los cortes delgados. Además, 100 muestras de cáscaras aisladas fueron medidos con calibre (MEF 3057-*c* y MEF 3057-*d*). Las cáscaras para cortes delgados fueron lavadas con agua

Figura 3. Perfil estratigráfico-sedimentario de la localidad de Huanimán (Miembro Cerro Castaño, Formación Cerro Barcino, Cretácico Inferior). La flecha roja indica el nivel portador de huevos. Referencias de las Facies: **Aa**, arenisca con estratificación cruzada en artesa; **Ao**, arenisca con ondulitas; **Ah**, arenisca con estratificación horizontal; **Am**, arenisca maciza; **Ath**, arenisca con laminación/estratificación horizontal; **Atm**, arenisca tobácea maciza; **Ata**, arenisca tobácea con estratificación cruzada en artesa; **Ato**, arenisca tobácea con ondulitas; **Ta**, toba con estratificación cruzada en artesa; **Th**, toba con estratificación horizontal; **Ta/o**, toba con estratificación cruzada en artesa y ondulitas; **Fh**, fangolita con laminación paralela; **Fm**, fangolita maciza; **H**, facies heterolítica; Referencias de las Asociaciones de facies **AF**: **AF-1**, relleno del canal; **AF-2**, planicie de inundación proximal-albardón; **AF-3**, planicie de inundación proximal-canal subsidiario; **AF-4**, planicie de inundación distal/ *Stratigraphic-sedimentary section at Huanimán (Cerro Castaño Member, Cerro Barcino Formation, Lower Cretaceous). Red arrow indicates the egg-bearing level. Facies references:* ***Aa****, trough-cross bedded sandstone;* ***Ao****, ripple marks sandstone;* ***Ah****, cross-bedded sandstone;* ***Am****, massive sandstone;* ***Ath****, laminated sandstone/ horizontal stratification;* ***Atm****, massive tuffaceous sandstone;* ***Ata****, tuffaceous sandstone with trough-cross bedding;* ***Ato****, tuffaceous sandstone with ripple;* ***Ta****, trough-cross bedded tuff;* ***Th****, tuff with horizontal stratification;* ***Ta/o****, Trough-cross bedded tuff with ripples;* ***Fh****, mudstones with parallel lamination;* ***Fm****, massive mudstones;* ***H****, heterolithic facies; References of Facies Associations:* ***AF: AF-1****, channel fill;* ***AF-2****, proximal floodplain-levee;* ***AF-3****, proximal floodplain - subsidiary channel deposits;* ***AF-4****, distal floodplain.*

destilada, cortadas con PetroThin® y secadas a 40°C durante 24 horas. Las secciones delgadas fueron realizadas en el laboratorio de petrología del CRILAR. Las observaciones en MEB fueron realizadas en el LABMEM de la UNSL. Para la preparación y montaje de las cáscaras se siguió el procedimiento de G.G.-T. (Grellet-Tinner, 2006). Las observaciones e imágenes microscópicas fueron obtenidas con un MEB LEO® 1450VP y los espectros de composición química con un EDS Génesis® 2000 conectado al MEB. Las muestras fueron montadas en un soporte de aluminio y recubiertas con un baño de 5 a 10 Å de oro y paladio y conducidas a 15 kv.

Para las observaciones de los cortes delgados se utilizó un microscopio de luz Leica® DM LB y un microscopio petrográfico DM2500 P. Las imágenes se capturaron con una cámara Sony Power Had 3CCD y luego se mejoró color y brillo con los software Adobe Photoshop® (versión 9.0 CS2) y Corel Draw® (versión 13X3). Para la identificación de las fases inorgánicas presentes en las cáscaras rojas se empleó difracción de rayos X. Una muestra de estas cáscaras fue sumergida en HCL 0.2N para disolver la calcita y aislar los óxidos rojos (Fig. 7.2). Luego el material se pulverizó en mortero de ágata. El difractograma se obtuvo en un equipo PANAlytical X´PERT Pro, operando a 40 kV y 40 mA, con un paso de 0,02° (2θ) y una velocidad de barrido de 0,7 s/paso. La radiación empleada fue Cu*K*α filtrada con un monocromador secundario de grafito y el barrido se realizó entre 5,00 y 60,00° (2θ).

El sistema de clasificación parataxonómico de huevos sólo fue utilizado como una referencia, porque consideramos que los huevos son entidades biológicas y no trazas fósiles. La cáscara de un huevo es un estructura biomineralizada compleja, genéticamente programada (Grellet-Tinner, 2000), por lo cual este esqueleto biomineralizado es especie-especifico, al igual que cualquier otro sistema esquelético.

Abreviaturas institucionales. Centro de Investigaciones Paleobiológicas (**CIPAL**), Córdoba; Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica (**CRILAR**), Anillaco; Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (**INFICQ**), Córdoba; Laboratorio de Microscopía Electrónica y Microanálisis (**LABMEM**), San Luis; Museo Paleontológico Egidio Feruglio (**MEF**), Trelew; Universidad Nacional de Córdoba (**UNC**), Córdoba; Universidad Nacional de San Luis (**UNSL**), San Luis.

Abreviaturas técnicas. **EDS**, Espectrómetro Dispersivo de Energía; **LB**, Lupa Binocular; **MLP**, Microscopio de luz polarizada; **MEB**, Microscopio Electrónico de Barrido; **MTL**,Microscopio de Luz Transmitida.

DESCRIPCIÓN DE HUEVOS Y CÁSCARAS

El espécimen MEF 3057-*a* consiste en medio huevo preservado en posición cóncava, fragmentado en varias piezas que encajan como en un rompecabezas. El fragmento más grande, de 11,9 por 10,02 cm en el centro de la concavidad, está rodeado de fragmentos cada vez más pequeños hacia el borde exterior. Los ejes mayor y menor del huevo son de 16 y 14 cm respectivamente (Fig. 4.1). El color de la cáscara es gris-marrón como el color de la matriz y en general, revelan una curvatura casi imperceptible. En el borde, las cáscaras aparecen en posición oblicua, mientras que en el espécimen MEF 3057-*b*, más fragmentado y distorsionado, las cáscaras se encuentran tanto en posiciones cóncavas como convexas. Además, varias cáscaras se asientan en posición vertical (Fig. 4.2).

Las cáscaras del espécimen MEF 3057-*a* muestran evidentes signos de corrosión o disolución en sus superficies externas. Sin embargo, la ornamentación superficial en fragmentos bien preservados consiste de nodos aislados y coalescentes (Fig.4.3). En las depresiones entre nodos, se observan las aperturas de los canales de poros verticales, que delimitan las unidades estructurales de cáscara (Fig.4.4). Los espacios internos y los canales verticales presentan cristales tabulares incoloros o casi incoloros de calcita, de varios tamaños y alto relieve (Fig. 5.1–2). También se observó sílice microcristalino (microchert) en forma de cristales tetraédricos de 1 µm, dentro de estos espacios naturales o provocados por diagénesis (Fig. 5.5–6). Los análisis de EDS revelan una composición de 64,41% de Si y 34,49% de O_2. Además, los análisis de difracción de rayos X del mineral rojo indican la presencia de cuarzo (SiO_2) con trazas de hematita (Fe_2O_3), los que pueden ser identificados bajo microscopio petrográfico como un mineral amorfo, botroidal y opaco (ver Perkins y Henke, 2002; Scholle y Ulmer-Scholle, 2003; Korbel y Novák, 2001), principalmente localizado dentro de los canales de poro y en las unidades estructurales de cáscara (Fig.7.5–7). En algunas cáscaras también se observa sílice amorfa –calcedonia– y posiblemente minerales de epidoto (Fig. 8.2–3).

El espesor de cáscara no es homogéneo. En cáscaras aisladas con la ornamentación nodular bien definida, éste midió 1,5 mm o 1,07 mm sin considerar la ornamentación. Sin embargo, la cáscara del espécimen MEF 3057-*a*, claramente erosionada, midió 0,76mm, indicando que, además de los nodos, ha sido más erosionado material de la cáscara (Fig. 5.1 y Fig. 8.1).

Las observaciones en MEB y en corte delgado son con-

gruentes, y revelan que la estructura de la cáscara incluye una única capa de cristales aciculares de calcita (Fig.4.6) que irradian desde el centro de nucleación o centros orgánicos, ubicados en la base de la cáscara (Fig. 4. 5–7). El espectro de energía

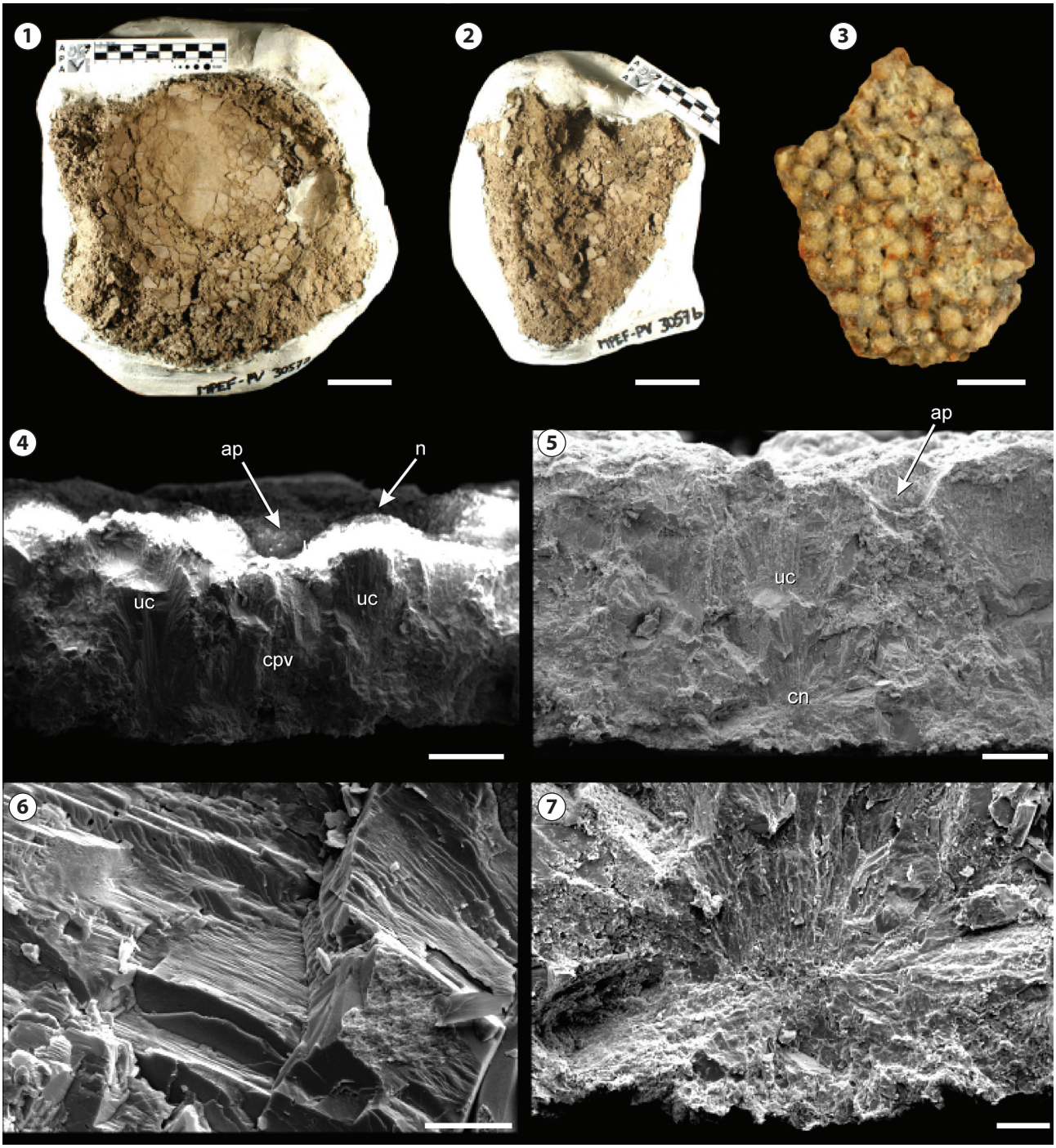


Figura 4. Caracteres morfológicos de los huevos y cáscaras de Huanimán. **1**, ejemplar MEF 3057-*a*; **2**, ejemplar MEF 3057-*b*; **3,** superficie exterior de un fragmento de cáscara donde se observa la ornamentación nodosa; **4**–**5**, fragmento de cáscara –corte fresco– analizado con MEB, en donde se observan las unidades, poros, los nodos y el centro de nucleación; **6**, detalle de los cristales aciculares de calcita en las unidades de cáscara; **7,** centro de nucleación o "esferulita" en la base de la cáscara. Abreviaturas: **ap**, abertura de poro; **cn**, centro de nucleación (esferulita); **cpv**, canal de poro vertical; **n**, nodo; **uc**, unidad de cáscara/ *Morphological features of egg and eggshells from Huanimán.* ***1****, specimen MEF 3057-a;* ***2****, specimen MEF 3057-b;* ***3****, external surface of an eggshell fragment with the typical nodose ornamentation;* ***4***–***5****, eggshell fragment –fresh cut– under SEM where units pores, nodes and organic nucleation center are observed;* ***6****, rhombohedral acicular calcite crystals with vesicles at the eggshell units;* ***7****, detail of the organic nucleation center. Abbreviations:* ***ap****, pore openings;* ***cn****, organic nucleation center –spherulite–;* ***cpv****, vertical pore canal;* ***n****, node;* ***uc****, eggshell unit.* Escala/ Scale bar; 1= 5cm; 2= 5 cm; 3= 2 mm; 4= 500µm; 5= 200µm; 6= 20µm; 7= 50 µm.

dispersiva confirma el remplazo mineral de los centros orgánicos con calcio en un 39,42%, sílice en un 19,15% y en menor cantidad Mg (7,78%), Fe (7,66%) y Al (2,22%). Las aperturas de los poros con forma de embudo se encuentran entre los nodos (Fig. 4.4–5 y 5.2–4). Las unidades de cáscara son cortas, con una relación largo/ancho de 1,38 a 1,78, con lími-

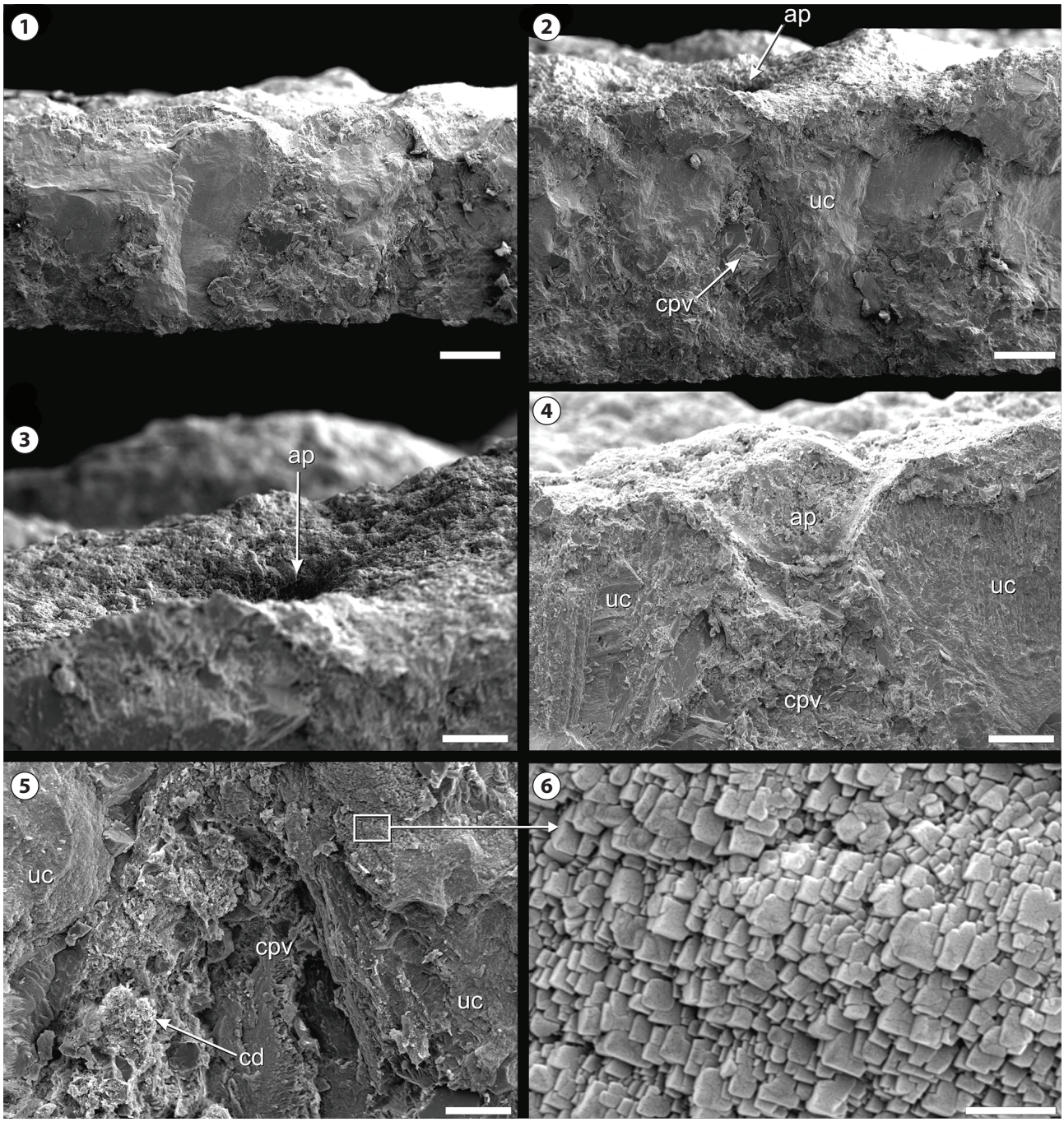


Figura 5. Red de poros verticales analizados con MEB. **1**, fragmento de cáscara extraído del huevo MEF 3057-*a*; **2**, abertura del canal de poro en la depresión entre nodos observándose el canal de poro vertical con cristales de origen diagenético; **3**, detalle de la abertura de un poro vertical; **4**, abertura de poro con forma de embudo; **5, c**anal de poro vertical con cristales de origen diagenético (a la derecha e izquierda, se observa parte de las unidades de cáscara); **6**, detalle de algunos cristales tetraédricos de sílice diagenético encontrados en el canal de poro. Abreviaturas: **ap**, abertura de poro vertical; **cd**, cristales diagenéticos; **cpv**, canal de poro vertical; **uc**, unidad de cáscara/ *Vertical pore network analized under SEM;* **1**, *eggshell fragment extracted from egg MEF3057-a;* **2**, *pore aperture, located in inter-nodes depressions. Vertical canal pore with secondary crystals inside this are observed;* **3**, *Aperture pore detail.* **4**, *funnel-shape pore aperture;* **5**, *vertical pore canal with diagenetic crystals (to right and left, parts of eggshells unit are observed);* **6**, *details of tetrahedral silica crystals found inside pore channel. Abbreviations:* ***ap****, vertical pore aperture;* ***cd****, diagenetic crystals;* ***cpv****, vertical pore canal;* ***uc****, eggshell unit.* Escala/ Scale bar; 1= 300 µm; 2= 250 µm; 3= 100 µm; 4= 100 µm; 5= 30 µm; 6=2 µm.

tes casi paralelos y sin ramificaciones. Las líneas de crecimiento concéntricas divergen desde el centro de nucleación como en las cáscaras de Auca Mahuevo (Grellet-Tinner *et al.*, 2004). Líneas gruesas de color rojo oscuro, visibles bajo microscopio petrográfico, atraviesan las unidades (Fig.7.8). Obsevadas con MEB, estas líneas son canales longitudinales por debajo de la superficie nodular externa (Fig. 6. 1–2). Los pseudonúcleos o centros de nucleación atípicos son comunes en las intersecciones de canales de poros verticales y horizontales (Fig. 6.1). Estas estructuras erráticas, de acuerdo con Grellet-Tinner *et al.* (2010), provienen de filamentos orgánicos de la matriz orgánica, expuestos luego del enterramiento y disolución, durante el primer evento diagenético. En una segunda fase diagenética y por imitación de la función de las fibras de la membrana testácea, los extremos expuestos de las fibras podrían disparar la formación de éstos pseudonúcleos (Grellet-Tinner *et al.*, 2010). Además, se observaron vesículas de 0,2–0,4 μm de diámetro en unidades bien preservadas (Fig.6. 3–4). Estudios recientes de biomineralización en cáscaras de aves interpretan estos espacios como trazas de fibras proteicas tales como keratán sulfato o dermatán sulfato (Arias *et al.*, 1993; Arias y Fernández, 2003) que constituyen la matriz orgánica (Nys *et al.*, 1999, 2004; Arias *et al.*, 2007) y podrían estar involucradas en la biomineralización de la cáscara (Hincke *et al.*, 2000; Arias y Fernández, 2001).

Cáscaras aisladas

Los fragmentos de cáscaras aisladas (MEF 3057-*c* y MEF 3057-*d*) muestran un gradiente de color desde gris-marrón a un intenso marrón-rojizo (Fig. 7.1). Bajo microscopio petro-

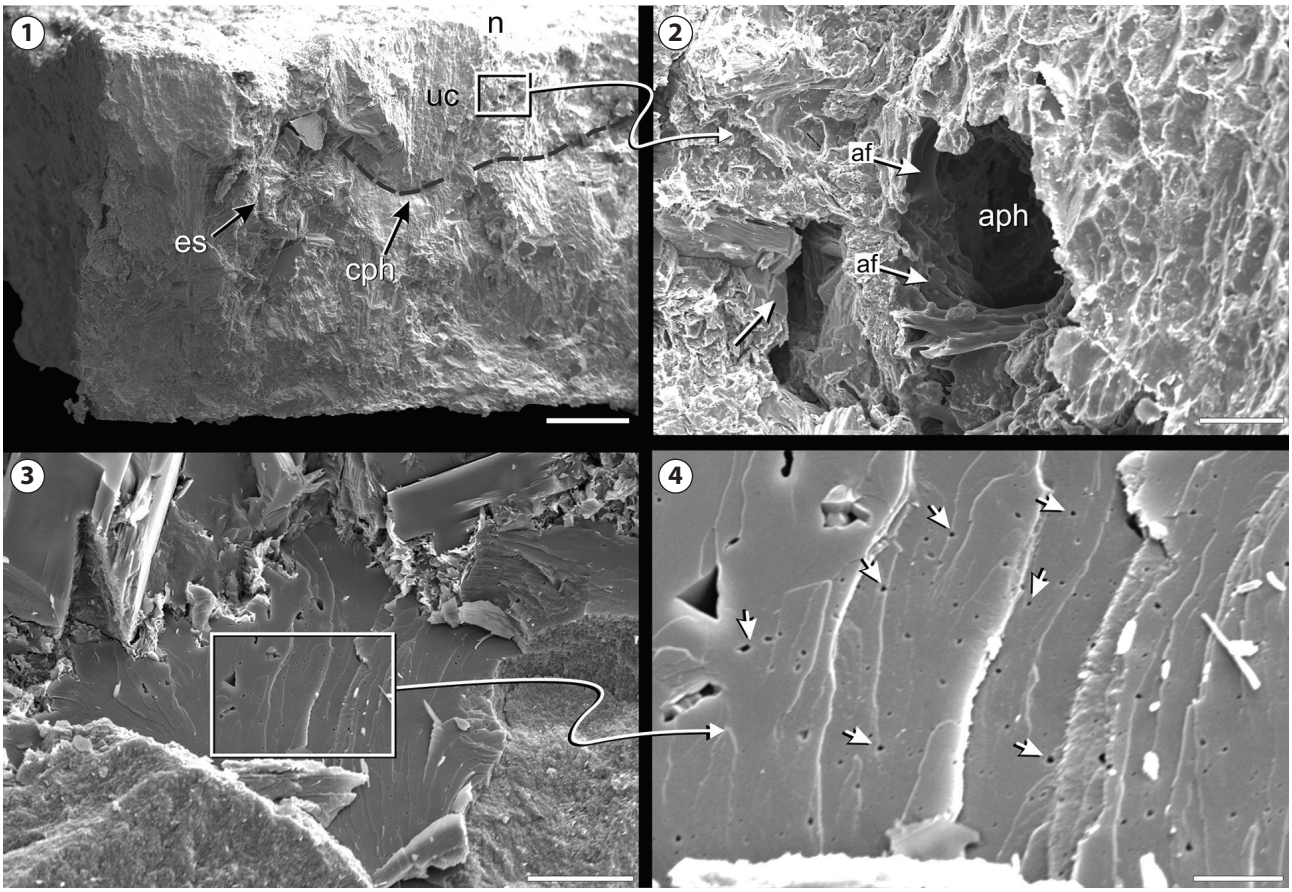
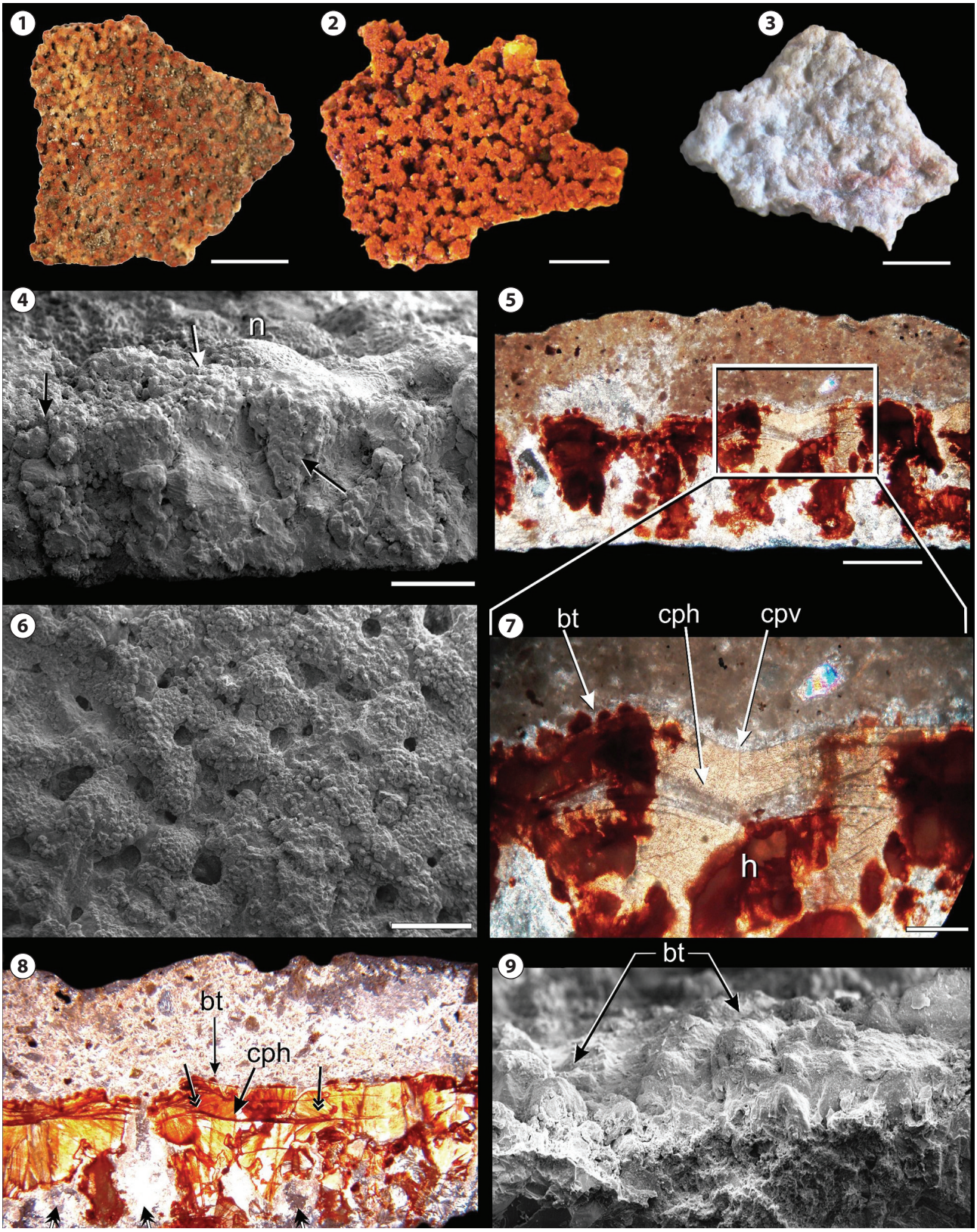


Figura 6. Sistema de poros horizontales analizados con MEB. **1**–**2**, carácter autapomórfico presente en los huevos de Chubut: canal de poro horizontal apical por debajo de la superficie externa de la cáscara; **1**, observación de un poro horizontal meandriforme junto a un centro de nucleación atípico o pseudonúcleo (ver Grellet-Tinner *et al.*, 2010); **2**, magnificación de la abertura de poro de un canal horizontal ubicado en la región apical de la cascara; **3**–**4**, huellas de las fibras proteicas de la matriz orgánica (flechas blancas). Abreviaturas: **aph**, abertura poro horizontal; **cph**, canal de poro horizontal; **es**, pseudoesferulita o pseudonúcleo/ *Horizontal pore system analyzed by SEM.* ***1***–***2****, autapomorphic character in the Chubut eggs: horizontal pore canal below the eggshell external surface;* ***1****, meandering horizontal pore canal along an atypical pseudonucleus (see Grellet-Tinner* et al.*, 2010);* ***2****, magnification of the opening of a horizontal pore located in the apical region of the eggshell;* ***3***–***4****, fiber traces of the organic matrix (white arrows). Abbreviations:* ***aph****, horizontal pore aperture;* ***cph****, horizontal pore canal;* ***es****, atypical organic center or pseudonucleus.* Escala/ Scale bar: 1= 250 µm; 2= 50 µm; 3= 20 µm; 4= 5 µm.

gráfico y MEB se observan grandes cráteres de disolución (Fig. 7.1–6) y botroides de hematita de 100 μm de diámetro sobre la superficie externa (Fig. 7–4–6–9). Aunque la hematita amorfa infiltra canales de poros y unidades de cáscara (Fig. 7.7), nodos



y unidades estructurales son claramente visibles en varios especímenes (Fig. 7.7). Los canales de poro de 1,07mm de largo, localizados entre las unidades de cáscara, son angostos y rectos como los descriptos en *Megaloolithus patagonicus* (ver Grellet-Tinner *et al.*, 2004) (Fig. 7.7 y 8.4). Al igual que las cáscaras del espécimen MEF3057-*a*, los canales horizontales son visibles por debajo de la superficie externa nodosa (Fig. 6.2).

Observaciones comparativas podrían sugerir que la diferencia entre las cáscaras grises y rojas está relacionada con el grado de permineralización con hematita. En las cáscaras grises, la hematita no es visible en la superficie externa (Fig 7.3), sólo en su estructura interna formando masas amorfas (Fig. 8.1). En cambio, en las cáscaras rojas la hematita, mayormente con su naturaleza botroidal, cubre la superficie externa (Fig. 7.1, 7.4, 7.6, 7.7 y 7.9) y parece también haber invadido el sistema de poros (Fig. 7.5–7) y las estructuras internas de la cáscara (Fig. 7.6–8). Por otra parte, sedimentos limosos y arenosos han infiltrado los poros en varios especímenes (Fig.7.8).

DISCUSIÓN

Consideraciones taxonómicas

A pesar de las diferencias visuales de origen diagenético observadas entre las cáscaras, los nodos, forma y localización de las aberturas de poros, esferulitas, forma de las unidades y canales de poro, son idénticos en las cáscaras del huevo MEF 3057-*a* y en las cáscaras aisladas, implicando que todos los especímenes de Huanimán son monoespecíficos.

En general, las cáscaras son comparables a los materiales de la ciudad de Neuquén y Auca Mahuevo (Calvo *et al.*, 1997; Chiappe *et al.*, 1998; Grellet-Tinner *et al.*, 2004), Salitral Ojo de Agua, Salitral Santa Rosa y Salitral Trapalcó (Simón 2006; Salgado *et al.*, 2007, 2009; Coria *et al.*, 2010), Peirópolis (Grellet-Tinner y Zaher, 2007), Laguna Umayo (Price, 1951; Magalhães Ribeiro, 1999, 2000, 2002; Grellet-Tinner y Zaher, 2007) (ver Tabla 1) y varias localidades de Europa (Bravo *et al.*, 2005; Garcia y Vianey-Liaud, 2001; Codrea *et al.*, 2002; Bravo *et al.*, 2005) e India (Mohabey, 1998), en lo que respecta a caracteres como la morfología de las unidades (tipo "megaloolithidae") un sistema de poros verticales rectos y ubicados entre nodos. El grosor de cáscara de ~1,5 mm, encaja mejor con los especímenes brasileros de Peirópolis (Grellet-Tinner y Zaher, 2007). Las unidades estructurales de las cáscaras de Chubut son cortas con bordes laterales casi paralelos, como los de las cáscaras de Auca Mahuevo (Grellet-Tinner *et al.*, 2004). Sin embargo, la relación largo/ancho de las unidades (1,02) difiere en gran medida de las provenientes de Auca Mahuevo (2,07) y Peirópolis (2,05). Aperturas de poro con la misma forma son observadas en Huanimán, Auca Mahuevo, Peirópolis (Grellet-Tinner *et al.*, 2004; Grellet-Tinner y Zaher, 2007) y probablemente en las cáscaras de Laguna Umayo (Vianey-Liaud *et al.*, 1997). Las aperturas de poros con forma de embudo han sido consideradas por Salgado *et al.*, (2007, 2009) un carácter de Megaloolithidae. En cambio, los canales con forma de Y presentes en las cáscaras de Auca Mahuevo no fueron observados en los especímenes de Huanimán. Sin embargo, estas cáscaras presentan un carácter autoapomórfico: un set de poros horizontales apicales localizados inmediatamente debajo de la superficie exterior de la cáscara que contrasta con la ubicación topográfica basal, inmediatamente por encima de la membrana testácea, en las cáscaras de Auca Mahuevo (Grellet-Tinner *et al.*, 2004) y Sanagasta (LEF, obs. pers.). Aunque la función biológica de la red de poros apica-

Figura 7. Cáscaras aisladas. **1**, fragmento de cáscara rodada y erosionada de color rojo mostrando grandes cárcavas; **2**, cáscara rodada roja tratada con HCl 0.2N; **3**, cáscara extraída del ejemplar MEF 3057-*a*; la superficie se observa ondulada y corroída (comparar el aspecto entre 1, 2 y 3); **4**, cáscara rodada en MEB donde se observan los gránulos o botroides de hematita sobre la superficie externa e infiltrando las unidades (flechas); **5**, corte delgado de cáscara rodada, mostrando intensa permineralización con hematita y formando masas amorfas en el interior de la cáscara con botroides en la superficie exterior; **6**, superficie exterior observada en MEB en donde se distinguen cárcavas y gránulos botroidales recubriendo los nodos; **7**, corte delgado observado en microscopio petrográfico mostrando el detalle de un canal de poro horizontal parcialmente infiltrados (se distinguen los gránulos o botroides en la superficie externa de la cáscara); **8**, corte delgado de cáscara incluida en una matriz sedimentaria constituida por granos sub-angulosos a redondeados formada por litoclastos con poco cuarzo (<5%), junto con fragmentos líticos y micríticos ferruginosos de ambientes lateríticos mostrando además fragmentos líticos volcanoclasticos. La relación clastos/ matriz es de aproximadamente un 20–30% de clastos con algo de mineral ferruginoso en el cemento esparítico-granular creado por su ambiente diagenético; **9**, imagen de MEB de las cáscaras rojas donde se observan los botroides recubriendo la superficie exterior. Abreviaturas: **bt**, botroides; **cph**, canal de poro horizontal; **cpv**, canal de poro vertical; **h**, hematita; **n**, nodo/ *Isolated eggshells.* ***1****, red eroded eggshell fragment with deep grooves;* ***2****, red eroded eggshell fragment treated with 0.2N HCl;* ***3****, eggshell fragment taken from MEF 3057-a, specimen with undulate and corroded surface (compare 1, 2 and 3);* ***4****, eroded eggshell fragment under SEM with hematite botryoidal granules on the outer surface or infiltrating units (arrows);* ***5****, eggshell thin section showing intense hematite permineralization;* ***6****, SEM image of the external eggshell surface where botryoidal granules and diagenetic grooves cover the nodes;* ***7****, eggshell thin-section under petrographic microscope showing a partially infiltrated horizontal pore;* ***8****, eggshell thin-section with sedimentary matrix consisting of sub-angular to rounded grains composed by lithoclasts with low-quartz (<5%) lithics and micritic ferruginous fragments from lateritic environments (also common are volcaniclastic lithic fragments);* ***9****, SEM image of a red eroded eggshell fragment with bothyoid coating of the external surface. Abbreviations:* ***bt****, botryoids;* ***cph****, horizontal pore canal;* ***cpv****, vertical pore canal;* ***h****, hematite;* ***n****, node.* Escala/ *Scale bar*: 1= 5 mm; 2= 2 mm; 3= 2 mm; 4= 0.5 mm; 5= 1 mm; 6= 1 mm; 7= 250 µm; 8= 1 mm; 9= 100 µm.

les es desconocida, este carácter único es de gran ayuda para la identificación taxonómica y filogenética de los huevos de Huanimán, ya que exhiben todos los caracteres compartidos con la cáscara de huevo de saurópodos (ver Grellet-Tinner *et*

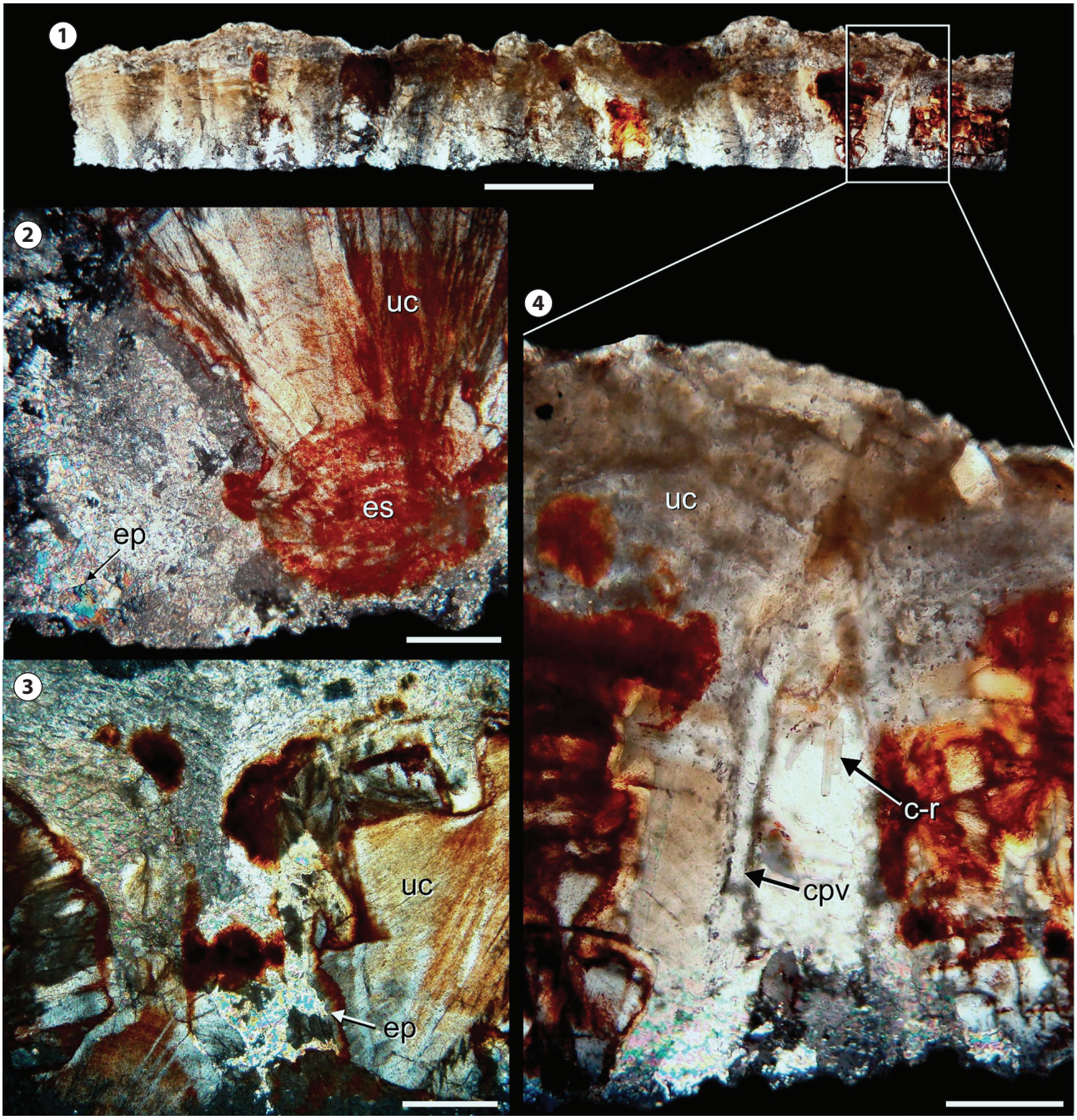


Figura 8. 1, Corte delgado de cáscara extraída del huevo MEF3057-a. Se observa corrosión de los nodos y parte de la estructura de la cáscara, con masas amorfas de hematita en el interior de la cáscara. A diferencia de las cáscaras rodadas, no se observan botroides de este mineral. Canales de poro verticales se notan diluidos y con alguna recristalización de calcita (recuadro color blanco). **2,** Posibles minerales de epidoto (flecha en negro) dentro de la cáscara. A la derecha de la imagen se observa una esferulita y la base de la unidad de cáscara, infiltrada con hematita. **3,** Epidoto en un canal de poro vertical. Además se observan algunas masas amorfas de hematita. **4,** Imagen ampliada de un canal de poro vertical. Se observa dilución y recristalización de la calcita. Abreviaturas: **c-r**, calcita recristalizada, **es**, esferulita; **ep**, epidoto; **un**, unidad de cáscara; **cpv**, canal de poro vertical/ ***1,*** *Thin section of eggshell MEF3057-a. Corrosion of nodes and part of eggshell structure are noted, with inner hematite amorphous masses. Unlike eroded eggshells,botryoids are not observed. Vertical pore-canals are diluted with same calcite recrystallization (white box);* ***2,*** *Possible epidote minerals (black arrow) in eggshell. To right of the image: spherulite and hematite.* ***3****, Mineral epidotes in a vertical pore-canal. Hematite amorphous masses are also observed;* ***4****, Zoomed image of vertical pore-canal. Dilution and calcite recrystallization were observed. Abbreviations:* ***c-r,*** *recrystallized calcite;* ***es,*** *spherulite;* ***ep,*** *epidote****; un,*** *eggshell structural unit;* ***cpv,*** *vertical canal pore****.*** Escala/ *Scale bar*: 1= 1 mm; 2= 250 µm; 3= 250 µm; 4= 200 µm.

al., 2004; Grellet-Tinner y Fiorelli, 2010). Los huevos con embriones *in ovo* de Auca Mahuevo (Argentina) (Grellet-Tinner *et al.*, 2004; García *et al.*, 2011), Algui Ulaan Tsav (Mongolia) (Grellet-Tinner *et al.*, 2011) y Toteşti, en Hateg, Rumania (Grellet-Tinner *et al.*, 2012) han provisto de datos oológicos filogenéticos que ofrecen la posibilidad de enraizar la morfología de huevos embrionados y cáscaras con aquellos restos sin remanentes embrionarios. Sin embargo, sin información complementaria es imposible actualmente identificar los huevos de Huanimán. Hasta el presente, *Chubutisaurus insignis* del Corro (Carballido *et al.*, 2011), el único sauropodo somfospóndilo de la Formación Cerro Barcino, podría ser considerado como posible linaje parental de estos restos oológicos de Chubut.

Consideraciones tafonómicas

Estudios tafonómicos previos condujeron en pocas instancias a determinar patrones de nidificación y comportamiento, diagénesis de cáscaras o información paleoecológica (Cojan *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2009; Hayward *et al.*, 1989, 1991, 2000, 2011; Nadon, 1993; Khoring, 1999; Mueller-Töwe *et al.*, 2002; Bravo *et al.*, 2003; Clayburn *et al.*, 2004; Smith y Hayward, 2010). Sin embargo, algunos atributos como la abrasión, bioerosión y corrosión pueden ser tomados de los estudios tafonómicos de braquiópodos y bivalvos (*e.g.*, Coelho Rodrigues y Guimarães Simões, 2010). La abrasión es la erosión producida durante el transporte, debido al roce de superficies de las valvas con alguna otra superficie o substrato mientras que la corrosión está relacionada con la disolución química. Aunque la abrasión y la corrosión producen patrones tafonómicos similares, estos se originan por distintos procesos. Algunos estudios sobre braquiópodos, permiten la diferenciación de los procesos en las superficies externas. La corrosión produce una "textura granular caracterizada por apariencia calcárea" resultado de la pérdida de la capa primaria de cristales y la separación de cristales minerales radiales fibrosos en la capa secundaria. La abrasión en cambio, afecta solo umbones y picos, las partes más prominentes y expuestas de las valvas (Coelho Rodrigues y Guimarães Simões, 2010). Las cáscaras del espécimen MEF 3057-*a* muestran sólo patrones de corrosión, lo cual posiblemente expresa que el transporte fluvial fue nulo, o que la distancia del transporte fluvial fue despreciable. Los efectos de la corrosión en huevos de aves son expresados por pequeños agujeros, picaduras, descamaciones o textura rugosa en la superficie externa y, en algunos casos, por la pérdida de estructuras mamilares (Claybourn *et al.*, 2004). Además, la corrosión ha sido documentada en los huevos fósiles de Auca Mahuevo, en los cuales las cáscaras revelan diferentes grados de disolución (Grellet-Tinner *et al.*, 2004). Algunas cáscaras muestran pequeños agujeros en la superficie mientras otras muestran superficies onduladas, representando nodos preexistentes (Grellet-Tinner *et al.*, 2004). El ácido clorhídrico (HCl) es comúnmente utilizado durante la preparación de secciones delgadas para remover los sedimentos adheridos a las cáscaras, pero excesivas cantidades o aplicaciones prolongadas pueden afectar las cáscaras al igual que los procesos tafonómicos naturales. En las cáscaras estudiadas, la corrosión está limitada a la superficie externa y no afecta sus superficies internas. Esta notable diferencia sugiere que la corrosión ocurrió durante la eodiagénesis, probablemente cuando el huevo todavía estaba entero con su forma 3D íntegra. Por el contrario, este patrón no es observado en las cáscaras aisladas, donde la corrosión es aparente es varias secciones delgadas. La disolución en este caso afectó los canales de poros produciendo grandes espacios, la superficie interna de la cáscara y los limites de las unidades estructurales. Esta notable diferencia de preservación entre las cáscaras del huevo y las cáscaras aisladas pueden estar relacionadas con el tiempo transcurrido durante las fases bioestratinómica y la fosildiagénesis (Adamonis y Concheyro, 2008). Las diferencias de preservación en cáscaras de aves enterradas han sido asociadas a variaciones en la acidez del suelo en pequeñas áreas de una colonia de nidificación (Hayward *et al.*, 1991). Además, experimentos de laboratorio revelan que la corrosión en las cáscaras depende de la interacción de pH, temperatura y humedad del suelo en el sitio del enterramiento (Claybourn *et al.*, 2004). De acuerdo con el modelo propuesto por Smith y Hayward (2010) las bacterias presentes en el suelo consumen los ácidos orgánicos de la cáscara, liberando NH_3 y consecuentemente NH_4^+, los cuales combinados con agua y CO_2 producen acido carbónico (H_2CO_3). Este ácido podría disolver parcialmente el carbonato de calcio y disminuir el pH del suelo (Smith y Hayward, 2010). Por otra parte, las diferencias de pH en el suelo podrían ser inducidas por una desigual distribución de la descomposición vegetal (Hayward *et al.*, 1991). La corrosión observada en Huanimán podría seguir uno o ambos modelos (Hayward *et al.*, 1991; Smith y Hayward, 2010). Hayward *et al.* (1991) mencionó que la fuente de acidez puede estar relacionada con los sedimentos, por ejemplo, cenizas volcánicas (ver Hayward *et al.*, 1991), material ampliamente distribuido en el área de estudio y considerado un factor importante en la preservación de vertebrados fósiles en la Formación Cerro Barcino (Cladera *et al.*, 2004). Estudios

con huevos actuales enterrados en suelos de cenizas volcánicas, muestran pequeños agujeros y anillos de disolución en la superficie externa de sus cáscaras, además de la pérdida de los conos mamilares de la superficie interna (Hayward *et al.*, 1991), tal como ha sido observado en el material estudiado.

¿Por qué sólo dos huevos?

Generalmente, los huevos megalolítidos se encuentran en gran abundancia, en sitios de nidificación que expresan comportamiento filopátrico (Chiappe *et al.*, 1998; Grellet-Tinner *et al.*, 2004, 2006; Salgado *et al.*, 2009; Grellet-Tin-

***Tabla 1. Caracteres microestructurales de las cáscaras de huevos de Huanimán comparados con otras cáscaras sudamericanas (Auca Mahuevo, Perú y Brasil)/* Microstructural character comparison of the Huanimán eggshells with other eggshells from South America (Auca Mahuevo, Perú and Brazil).**

	Huanimán, CHUBUT	*Auca Mahuevo, NEUQUÉN (Grellet-Tinner* et al*, 2004)*	*Peirópolis, BRASIL (Grellet-Tinner y Zaher, 2007)*	*Laguna Umayo, PERÚ cáscaras tipo 1 (Vianey-Liaud* et al. *1997)*	*Observaciones (*)*
Cuenca	*Samuncurá-Cañadon Asfalto*	*Neuquina*	*Baurú*	*Bagua*	
Formación	*Cerro Barcino*	*Anacleto*	*Marilia*	*El Triunfo*	
Edad	*Aptiano-Albiano*	*Campaniano tardío*	*Campaniano tardío*	*Campaniano tardío a Mastrichtiano*	
Grosor de cáscara (mm)	*1,5*	*1,31*	*1,5*	*0,81 a 1,44**	*Según el "grado de erosión" (Vianey-Liaud* et al. *1997).*
Ornamentación (morfología)	*Nodos simples y coalescentes*	*Nodos simples y coalescentes*	*Nodos simples bien distribuidos y algunos coalescentes*	*Nodos simples y algunos coalescentes en crestas o en grupos de 2 o mas.*	
Ornamentación (tamaño)	*Ø=0,6 mm; h=0,23 mm*	*Ø=0,58 mm; h= 0,28*	*Ø=0,5 a 0,8 mm*	*Variado**	*Sin más datos.*
Abertura de poro (morfología)	*Embudo*	*Embudo*	*?*	*Subcircular, elíptico o forma de embudo*	
Ubicación de las aberturas de poros	*Entre nodos*	*Entre nodos*	*Entre nodos*	*Entre nodos*	
Abertura del poro (diámetro)	*0,23 mm**	*0,15 a 0,29 mm*	*?*	*?*	*Diámetro mayor aproximado.*
Canal de poro verticales (morfología)	*Rectos*	*Rectos o con forma de "Y"*	*Tubocanaliculados **	*Rectos*	*Término parataxonómico (ver Magalhães-Ribeiro 2000; 2002). Corresponde a poros rectos, sin ramificaciones.*
Largo del canal de poro	*1,068 mm*	*?*	*?*	*?*	
Canales de poros horizontales (ubicación)	*Apical*	*Basal*	*?*	*?*	
Número de capas	*1*	*1*	*1*	*1*	
Unidad de cáscara (morfología)	*Sin ramificaciones*	*Con y sin ramificaciones*	*Sin ramificaciones*	*Sin ramificaciones*	
Proporción altura/anchura	*1,02*	*2,07**	*2,5 a 1,875 **	*?*	*Calculado aquí*
Líneas de crecimiento	*Convexas desde el núcleo*	*Convexas desde el núcleo*	*Convexas desde el núcleo*	*Patrón de abanico desde el centro de nucleación*	
Cristales	*Aciculares*	*Aciculares*	*Aciculares*	*?*	
Centro de nucleación*	*Si*	*Si*	*Si*	*Si*	*Sinapomorfía de Dinosauria.*

ner y Fiorelli, 2010; Grigorescu *et al.*, 2010), con la única excepción reportada del huevo de Peirópolis (Brasil), el cual fue totalmente deformado y retorcido (Grellet-Tinner y Zaher, 2007) y posiblemente transportado (Magalhães-Ribeiro, 1999, 2000, 2002). Consecuentemente, llama la atención que se hayan registrado sólo dos huevos en el área. Este enigma es un rompecabezas y merece alguna atención. La interpretación más parsimoniosa es que los especímenes fueron transportados por algún curso fluvial desde un sitio cercano que aún no ha sido descubierto. Esto es interpretado así debido a que los huevos muestran cierta para-autoctonía tafonómica. Sin embargo, la exploración a campo no ha revelado a la fecha la presencia de ningún sitio de nidificación. ¿Pudieron estos dos huevos haber sido transportados de manera diferente? La ausencia de más huevos o fragmentos de cáscara en la localidad, sumado al aspecto aplanado de los especímenes descubiertos puede ser biológicamente explicado. Esta interpretación descansa en la hipótesis de los huevos como alimento. Los huevos representan un alimento sustancialmente energético que es fácilmente adquirido por algunos predadores. Varios vertebrados, incluidos serpientes y tuataras (Walls, 1981), devoran huevos enteros y luego regurgitan las cáscaras indigeribles en la forma de un bulto aplastado. Las culebras del género *Dasipeltis* Wagler y *Elachistodon* Reinhardt poseen adaptaciones óseas en la columna vertebral que rompen los huevos en el esófago, permitiéndoles tragar el contenido y regurgitar las cáscaras vacías (Gartner y Greene, 2008). A su vez, la depredación de huevos de titanosaurios ha sido sugerida para el Cretácico de la India (Wilson *et al.*, 2010), y la regurgitación de pellets reportada por Sanz *et al.* (2001) para el Cretácico Inferior de Las Hojas, España. El patrón de corrosión en este último caso consiste en el aspecto picado de los huesos del pellet, debido a la acción de los jugos gástricos del predador, lo cual podría ser coincidente con lo observado en los huevos de Huanimán. Aunque el transporte biótico y abiótico es igualmente probable y soportado por el registro fósil, la falta de datos complementarios no permite comentarios adicionales sobre el origen para-autóctono de los huevos de Huanimán.

CONCLUSIONES

Los caracteres de cáscara tales como el centro orgánico, los cristales aciculares, la ornamentación nodular superficial y la capa estructural única, ubican morfológicamente a las cáscaras mono-específicas de Huanimán dentro del clado Sauropoda. Otros caracteres como la forma de la unidad y la red de canales de poros difieren de los descriptos para los especímenes de Auca Mahuevo y Algui Ulan Tsaa , ambos identificados como titanosaurios litostrotianos a partir de sus embriones *in ovo*. En general, la evidencia sugiere que los huevos de Huanimán podrían haber pertenecido a otro clado titanosauriforme, quizás a una especie de somfospóndilo. Curiosamente, la red de poros horizontales apicales representa un carácter autoapomórfico descripto aquí por primera vez para una cáscara de huevo de dinosaurio. Este nuevo carácter indica una aún no comprendida adaptación especial a un particular sitio de nidificación. La ausencia de abrasión y de más huevos en Huanimán sugieren un origen parautóctono o alóctono del huevo MEF 3057-*a.* La generalizada corrosión de la superficie externa puede deberse a la actividad bacteriana del suelo durante el enterramiento, o a la presencia de ácidos de varios orígenes posibles, tanto abióticos como bióticos. Además, la evidencia de actividades volcánicas contemporáneas podría soportar el origen abiótico de la corrosión, debido a las cenizas. Por otra parte, con los datos actuales sumados a la forma de los huevos MEF3057-*a-b* distorsionados y aplastados, podría igualmente sugerir un origen biótico, debido a la acción de los ácidos gástricos, en la forma de un alimento regurgitado, como ya ha sido reportado en los registros del Cretácico Inferior y Superior.

Aunque sólo dos huevos han sido encontrados en Huanimán, este descubrimiento sugiere la presencia de titanosauriformes reproduciéndose en el Aptiano–Albiano de la Formación Cerro Barcino y representan a la actualidad, los huevos de saurópodos cretácicos más antiguos hallados en Patagonia.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer especialmente a T. Sánchez (CIPAL), D. Pol (MEF) y J. Carballido (MEF). También a P. Puerta y al Curador del MEF. E. Ruigómez. AP. Alasino (CRILAR), M. Larrovere (CRILAR) y a los técnicos del CRILAR, S. de la Vega y A. Bustamante. A F. Colombo del CICTERRA; J. Torrens y P. Fidalgo (CRILAR) y a E. Crespo del LABMEM, UNSL. Finalmente, queremos agradecer a L. Salgado, al editor M. Griffin así como también a los revisores de este trabajo, M. Fernández y un revisor anónimo por tan enriquecedores aportes. Las campañas en cuales se encontraron y extrajeron los huevos fueron financiadas por la Jurassic Foundation (a OR).

BIBLIOGRAFÍA

Adamonis, S. y Concheyro, A. 2008. Fosilización. En: H. Camacho (Ed.), *Los invertebrados fósiles*. Vázquez Mazzini Editores, Buenos aires, p. 25–45.

Anselmi, G., Gamba, M.T. y Panza, J.L. 2004. Hoja Geológica 4369–IV, Los Altares. Provincia del Chubut. *Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín* 312:1– 98.

Arias, J.L. y Fernández, M.S. 2001. Role of extracellular matrix molecules in shell formation and structure. *World's Poultry Science Journal* 57: 349–357.

Arias, J.L. y Fernández, M.S. 2003. Biomimetic processes through the study of mineralized shells. *Materials Characterization* 50: 189– 195.

Arias, J.L., Fink, D.J., Xiao, S.-Q., Heuer, A.H. y Capland, A.I. 1993. Biomineralization and eggshells: cell-mediated acellular compartments of mineralized extracellular matrix. *International Review of Cytology* 145: 217–50.

Arias, J.L, Mann, K., Nys, Y., García Ruíz, J.M. y Fernández, M.S. 2007. Eggshell growth and matrix macromolecules. En: E. Bäurerlein (Eds.), *Handbook of biomineralization: Biological aspect and structure formation*. Wiley-VHC Publishers, Weinheim, p. 309–324.

Bravo, A.M., Buscalioni, A.D., Merino, L. y Müller, G.B. 2003. Experimental taphonomy of avian eggs and eggshells: effects on early diagenesis. *Paleovertebrata* 32: 77–95.

Bravo, A.M., Vila, B., Galobart, A. y Oms, O. 2005. Restos de huevos del Sinclinal de Vallcebre (Bergueda) Provincia de Barcelona. *Revista Española de Paleontología* 10: 49–57.

Calvo, J., Engelland S., Heredia S. y Salgado L. 1997. First record of dinosaur eggshells (?Sauropod – Megaloolithidae) from Neuquén, Patagonia, Argentina. *Gaia* 14: 23–32.

Carballido, J.L., Pol, D., Cerda, I. y Salgado L. 2011. The osteology of *Chubutisaurus insignis* del Corro, 1975 (Dinosauria, Neosauropoda) from the "Middle" Cretaceous of central Patagonia, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 31: 93–110.

Casadío, S., Manera, T., Parras, A. y Montalvo, C.I. 2002. Huevos de dinosaurios (Faveoloolithidae) del Cretácico Superior de la cuenca del Colorado, provincia de La Pampa, Argentina. *Ameghiniana* 39: 285–293.

Chiappe, L.M., Coria, R.A., Dingus, L., Jackson, F., Chinsamy, A. y Fox, M. 1998. Sauropod dinosaur embryos from the Late Cretaceous of Patagonia. *Nature* 396: 258–261.

Chiappe, L.M., Salgado, L. y Coria, R.A. 2001. Embryonic skulls of titanosaur sauropod dinosaurs. *Science* 293: 2444–2446.

Chiappe, L.M., Coria, R.A., Jackson, F. y Dingus, L. 2003. The Late Cretaceous nesting site of Auca Mahuevo (Patagonia, Argentina): eggs, nests, and embryos of titanosaurian sauropods. *Palaeovertebrata* 32: 97–108.

Chiappe, L.M., Jackson, F., Coria, R.A. y Dingus, L. 2005. Nesting titanosaurs from Auca Mahuevo and adjacent sites: understanding sauropod reproductive behavior and embryonic development. En: K.A. Curry Rogers y J.A. Wilson (Eds.), *The Sauropods: Evolution and Paleobiology*. University of California Press, Berkeley, p. 285–302.

Cladera, G., Limarino, C.O., Alonso, M.S. y Rauhut, O. 2004. Controles estratigráficos en la preservación de restos de vertebrados en la Formación Cerro Barcino (Cenomaniano), provincia del Chubut. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 11: 39–55.

Clayburn, J.K., Smith, D.L. y Hayward, J.L. 2004. Taphonomic effects of pH and temperature on extant avian dinosaur eggshell. *Palaios* 19: 170–177.

Codignotto, J. F., Nullo, J., Panza J. y Proserpio, C. 1978. Estratigrafía del Grupo Chubut entre Paso de Indios y Las Plumas, Provincia del Chubut, Argentina. *Congreso Geológico Argentino* (Neuquén), *Actas* 1: 471–480.

Codrea, V., Smith, T., Dica, P., Folie, A., Garcia, G., Godefroit, P. y Van Itterbeecke, J. 2002. Dinosaur egg nests, mammals and other vertebrates from a new Maastrichtian site of the Hateg Basin (Romania). *Comptes Rendus Palevol* 1: 173–180.

Coelho Rodrigues, S. y Guimarães Simões, M. 2010. Taphonomy of *Bouchardia rosea* (Rhynchonelliformea, Brachiopoda) shells from Ubatuba Bay, Brazil: Implications for the use of taphonomic signatures in (paleo) environmental analysis. *Ameghiniana* 47: 373–386.

Cojan I., Renard, M. y Emmanuel, L. 2003. Palaeoenvironmental reconstruction of dinosaur nesting sites based on a geochemical approach to eggshells and associated palaeosols (Maastrichtian, Provence Basin, France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 19: 111–138.

Coria, R.A. y Chiappe, L.M. 2007. Embryonic skin from Late Cretaceous sauropods (Dinosauria) of Auca Mahuevo, Patagonia, Argentina. *Journal of Paleontology* 81: 1528–1532.

Coria, R.A., Salgado, L. y Chiappe, L.M. 2010. Multiple dinosaur eggshell occurrence in an Upper Cretaceous nesting site from Patagonia. *Ameghiniana* 47: 107–110.

Dalrymple, M., Prosser, J. y Williams, B. 1998. A dynamic systems approach to the regional controls on deposition and architecture of alluvial sequences illustrated in The Statfjord Formation United Kingdom Northern North Sea. En: K.W. Shanley y P.J. McCabe (Eds.), *Relative Role of Eustasy Climate and Tectonism in Continental Rocks*. *SEPM Special Publication* 59: 65–81.

de Valais, S., Apesteguía, S. y Udrizar Sauthier, D. 2003. Nuevas evidencias de dinosaurios de la Formación Puerto Yeruá (Cretácico), Provincia de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 40: 631–635.

del Corro, G. 1975. Un nuevo saurópodo del Cretácico *Chubutisaurus insignis* gen. et sp. nov. (Saurischia-Chubutisauridae nov.) del Cretácico Superior (Chubutiano), Chubut, Argentina. *1er Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, (Tucumán), *Actas* 2: 229–240.

Faccio, G. 1994. Dinosaurian eggs from the Upper Cretaceous of Uruguay. En: K. Carpenter, K.F. Hirsch, y J.R. Horner (Eds.), *Dinosaur eggs and babies*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 47–55.

Fernández, M.S. y Matheos, S.D. 2011. Alteraciones en cáscaras de huevos de dinosaurios en el Cretácico Superior de la Provincia de Rio Negro, Argentina. A*meghiniana* 48: 43–52.

Gartner, G.E.A. y Greene, H.W. 2008. Adaptation in the African egg-eating snake: a comparative approach to a classic study in evolutionary functional morphology. *Journal of Zoology* 275: 368–374.

Garcia, G. y Vianey-Liaud, M. 2001. Nouvelles données sur les coquilles d'oeufs de dinosaures Megaloolithidae du Sud de la France: systématique et variabilité intraspécifique. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Series IIA, Earth and Planetary Science* 332: 185–191.

García, R.A., Salgado, L., Coria, R.A. y Chiappe, L.M. 2011. Osteología embrionaria de saurópodos titanosaurios de Neuquén (Argentina): Aspectos ontogenéticos y evolutivos. *Ameghiniana* 47: 409–430.

Genise, J.F., Alonso-Zarza, A.M., Krause, J.M., Sánchez M.V., Sarzetti, L., Farina, J.L.González, M.G., Cosarinsky, M. y Bellosi, E.S. 2010. Rhizolith balls from the Lower Cretaceous of Patagonia: Just roots or the oldest evidence of insect agriculture?. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 287: 128–142.

Geuna, S.E., Somoza, R., Vizan, H., Figari, E.G. y Rinaldi, C.A. 2000. Paleomagnetism of Jurasic and Cretaceous rocks in central Patagonia: a key to constrain timing of rotations during the breakup of southwestern Gondwana?. *Earth and Planetary Science Letters* 181: 145–160.

Grellet-Tinner, G. 2000. Phylogenetic interpretation of eggs and eggshells of Paleognathae. En: A.M. Bravo y T. Reyes (Eds.), *1st International Symposium on Dinosaur Eggs and Babies.* Impremta Provincial de la Diputació de Lleida, Lleida, p. 61–75.

Grellet-Tinner, G. 2005. Membrana testácea of titanosaurid dinosaur eggs from Auca Mahuevo (Argentina): implications for exceptional preservation of soft tissue in Lagerstätten. *Journal of Vertebrate Paleontology* 25: 99–106.

Grellet-Tinner, G. 2006. Phylogenetic interpretation of eggs and eggshells: implications for phylogeny of Palaeognathae. *Alcheringa* 30: 141–182.

Grellet-Tinner, G. y Chiappe, L.M. 2004. Dinosaur eggs and nestings: implications for understanding the origin of birds. En: P.J. Currie, E.B. Koppelhus, M.A Shugar, J.L. (Eds.), *Feathered Dragons: Studies on the Transition from Dinosaurs to Birds*. Indiana University Press, Bloomington, p. 185–214.

Grellet-Tinner, G. y Zaher, H. 2007. Taxonomic identification of the Megaloolithidae egg and eggshells from Cretaceous Bauru Basin (Minas Gerais, Brazil): Comparison with the Auca Mahuevo (Argentina) titanosaurid eggs. *Papéis Avulsos de Zoologia* 47: 105–112.

Grellet-Tinner, G. y Fiorelli, L.E. 2010. A new Argentinean nesting site showing neosauropod dinosaur reproduction in a Cretaceous hydrothermal environment. *Nature Communications* 1:32 doi: 10.1038/ncomms1031.

Grellet-Tinner, G., Chiappe, L.M. y Coria, R.A. 2004. Eggs of titanosaurid sauropods from the Upper Cretaceous of Auca Mahuevo (Argentina). *Canadian Journal of Earth Sciences* 41: 949–960.

Grellet-Tinner, G., Chiappe, L.M., Norell, M.A. y Bottjer, D. 2006. Dinosaur eggs and nesting behaviors: A paleobiological investigation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232: 294–321.

Grellet-Tinner, G., Corsetti, F. y Buscalioni, A. 2010. The importance of microscopic examinations of eggshells: discrimination of bioalteration and diagenetic overprints from biological features. *Journal of Iberian Geology* 36: 181–192.

Grellet-Tinner, G., Sim, C.M, Kim, D.H., Trimby, P., Higa, A., An, S.L., Oh, H.S., Kim, T.J. y Kardjilov, N. 2011. Description of the first lithostrotian titanosaur embryo *in-ovo* with Neutron characterization and implications for lithostrotian Aptian migration and dispersion. *Gondwana Research* 20: 621–629.

Grellet-Tinner, G., Codrea, V., Folie, A., Higa, A., Smith, T., 2012a. First evidence of reproductive adaptation to "Island effect" of a draft Cretaceous Romanian titanosaur, with embryonic integument *in ovo*. *Plos One* 7 (3): e32051.

Grellet-Tinner, G.; Fiorelli, L.E. y Salvador, R.B. 2012b.Water vapor conductance of the Lower Cretaceous dinosaurian eggs from Sanagasta, La Rioja, Argentina-paleobiological and paleoecological implications for South American faveoloolithid and megaloolithid eggs. Palaios 27: 35-47.

Grigorescu, D., Garcia, G., Csiki, Z., Codrea, V. y Bojar, A.V. 2010. Uppermost Cretaceous megaloolithid eggs from the Haţeg Basin, Romania, associated with hadrosaur hatchlings: Search for explanation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 293: 360–374.

Hayward, J.L., Amlaner, C.J. y Young, K.A. 1989. Turning eggs to fossils: A natural experiment in taphonomy. *Journal of Vertebrate Paleontology* 9:196–200.

Hayward, J.L., Dickson, K.M., Gamble, S.R., Owen, A.W. y Owen, K.C. 2011. Eggshell taphonomy: environmental effects on fragment orientation. *Historical Biology* 23: 5–13.

Hayward, J.L., Hirsch, K.F. y Robertson, T.C. 1991. Rapid Dissolution of Avian Eggshells Buried by Mount St. Helens Ash. *Palaios* 2: 174–178.

Hayward J.L., Zelenitsky, D.K, Smith, D.L., Zaft, D.M. y Clayburn, J.K. 2000. Eggshell Taphonomy at Modern Gull Colonies and a Dinosaur Clutch Site. *Palaios* 15: 343– 355.

Hincke, M.T. Gautron, J., Panheleux, M. Garcia-Ruiz, J., McKee, M.D. y Nys, Y. 2000. Identification and localization of lysozyme as a component of eggshell membranes and eggshell matrix. *Matrix Biology* 19: 443–453.

Horner, J.R. 2000. Dinosaur reproduction and parenting. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 28: 19–45.

Kerourio, P. y Sigé, B. 1984. L'apport des coquilles d'ouefs de dinosaures de Laguna Umayo a l'age de la Formation Vilquechico (Pérou) et a la comprehension de Perutherium altiplanense. *Newsletters in Stratigraphy* 13: 133–142.

Kim, C.-B., Al-Aasm, I.S., Ghazban, F. y Chang, H.-W. 2009. Stable isotopic composition of dinosaur eggshells and pedogenic carbonates in the upper cretaceous Seonso Formation, South Korea: Paleoenvironmental and diagenetic implications. *Cretaceous Research* 30: 93–99.

Kohring, R., 1999. Strukturen, Biostratinomie, systematische und phylogenetische Relevanz von Eischalen amnioter Wirbeltiere. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 210: 1–307.

Korbel, P. y Novák, M. 2001. *The complete encyclopedia of Minerals*. Grange Book, Londres, 296 p.

Leardi, J.M. y Pol, D. 2009. The first crocodyliform from the Chubut Group (Chubut Province, Argentina) and its phylogenetic position within basal esoeucrocodylia. *Cretaceous Research* 30: 1376–1386.

Magalhães Ribeiro, C.M. 1999. Fragmentos de cascas de ovos fósseis e coprólitos da Bacia Bauru (KS): Aplicação na interpretação paleoambiental. *5º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil* (Rio Claro), *Boletim,* p. 501–507.

Magalhães Ribeiro, C.M. 2000. Microstructural analysis of dinosaur eggshells from Bauru Basin (Late Cretaceous), Minas Gerais, Brasil. En: A.M. Bravo y T. Reyes, (Eds.), *1st International symposium on dinosaur eggs and babies* (Lleida), *Extended Abstracts,* p. 117–122.

Magalhães-Ribeiro, C.M., 2002. [*Ovos e cascas de ovos de dinossauros da região de Uberaba, Minas Gerais (Formacão Marília, Bacia Bauru, Cretáceo Superior).* Tese de Doutorado em Ciências-Geologia, Programa de Pós-Graduacão em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 199 p. Inédita].

Manassero, M., Zalba, P., Andreis, R. y Morosi, M. 2000. Petrology of continental pyroclastic and epiclastic sequence in the Chubut Group (Cretaceous): Los Altares-Las Plumas area, Chubut, Patagonia Argentina. *Revista Geológica de Chile* 27: 13–26.

Manera de Bianco, T. 1996. Nueva localidad con nidos y huevos de dinosaurios (Titanosauridae) del Cretácico Superior, Cerro Blanco, Yaminué, Río Negro, Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 4,* p. 59–67.

Manera de Bianco, T. 2000. Un nuevo tipo de cáscara de huevo del Cretácico Superior del Cerro Blanco, Yaminué, Provincia de Río Negro, Argentina. *16as Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados* (San Luis), *Actas*, p. 19.

Mohabey, D.M. 1998. Systematics of Indian Upper Cretaceous Dinosaurs and chelonian eggshells. *Journal of Vertebrate Paleontology* 18: 348–362.

Mones, A. 1980. Nuevos elementos de paleoherpetofauna del Uruguay (Crocodilia y Dinosauria). *2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1er Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Buenos Aires), *Actas* 1: 265–274.

Mourier, T., Bengtson, P., Bonhomma, M., Huge, E., Cappetta, H., Crochet, J. Y., Feist, M., Hirsch, K.F., Jaillard, E., Laubacher, G., Lefranc, J.P., Moullade, M., Noblet, C., Pons, D., Rey, J., Sig, B., Tambareu, Y. y Taquet, P. 1988. The Upper Cretaceous–Lower Tertiary marine to continental transition in the Bagua basin, northern Peru. Paleontology, biostratigraphy, radiometry, correlations. *Newsletters in Stratigraphy*19: 143–177.

Mueller-Töwe, I.J., Sander, P.M., Schuller, H. y Thies, D., 2002. Hatching and infilling of dinosaur eggs as by computed tomography. *Palaeontographica Abteilung A* 267: 119–168.

Musacchio, E. 1972. Carófitas del Cretáceo Inferior en sedimentitas "Chubutenses" al este de La Herrería, Chubut. *Ameghiniana* 4: 354–356.

Musacchio, E. y Chebli, G. 1975. Ostracodos no marinos y carófitas del Cretácico inferior en las Provincias del Chubut y del Neuquén. *Ameghiniana* 12: 70–96.

Nadon, G.C. 1993. The association of anastomosed fluvial deposits and dinosaur tracks, eggs, and nest: Implication for interpretation of floodplain environment and a possible survival strategy for Ornithopods. *Palaios* 8: 31–44.

Nakayama, C. 1972. [*Informe geológico de la región comprendida entre la Sierra de Traquetrén y los Cerros Los Chivos y Negro de Marrauf, Provincia del Chubut*. YPF S.A., Buenos Aires. Inédito].

Novas, F., de Valais, S., Vickers-Rich, P. y Rich, T. 2005. A large Cretaceous theropod from Patagonia, Argentina, and the evolution of carcharodontosaurids. *Naturwissenschaften* 92: 226–230.

Nys, Y., Hincke, M., Arias, J.L., Garcia-Ruiz, J.M. y Solomon, S.E. 1999. Avian eggshell mineralization. *Poultry and Avian Biology Reviews* 10: 143–166.

Nys, Y., Gautron, J., Garcia-Ruiz, J.M. y Hincke, M.T. 2004. Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins. *Comptes RendusPalevol* 3: 549–562.

Page, R., Ardolino, A. y de Barrio, R.E. 1999. Estratigrafía del Jurásico y Cretácico del Macizo de Somún Curá, Provincias de Río Negro y Chubut. En: R. Caminos (Ed.), *Geología Argentina*. Subsecretaría de Minería de la Nación, Buenos Aires, p. 460–488.

Perkins, D. y Henke, K.R. 2003. *Minerals in thin sections* (2nd edition). Prentice Hall Publisher, River Groove, 176 p.

Powell, J.E. 1985. Hallazgo de nidadas de huevos de dinosaurios (Sauropoda, Titanosauridae) del Cretácico Superior del Salitral Ojo de Agua, Provincia de Río Negro. *2as Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados* (Tucumán), *Actas*, p. 15.

Powell, J.E. 1987. Part. VI. The titanosaurids. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Paleontología* 3: p 147–153.

Powell, J.E. 1992. Hallazgo de huevos asignables a dinosaurios titanosáuridos (Saurischia, Sauropoda) de la Provincia de Río Negro, Argentina. *Acta Zoologica Lilloana* 41: 381–389.

Powell, J. 1994. First record of dinosaur eggs in the Upper Cretaceous of northwestern Argentina. *6º Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía, Symposium: Gondwana dinosaurs: Phylogeny and Biogeography* (Trelew), *Abstracts*, p. 1.

Price, L.I. 1951. Un ovo de dinosaurio na formacao Bauru do Cretacico do Estado de Minas Gerais. *Departamento Nacional da Producão Mineral, Divisão de Geologia e Mineria, Notas Preliminares e Estudos* 53: 1–9.

Rich, T.H., Vickers-Rich, P., Novas, F.E, Cuneo, R., Puerta, P. y Vacca, R. 1998. Theropods from the "middle" Cretaceous Chubut Group of the San Jorge sedimentary basin, central Patagonia: a preliminary note. *Gaia* 15: 111–115.

Salgado, L., Coria, R., Magalhães Ribeiro, C.M., Garrido, A., Rogers, R., Simón, M.E., Arcucci, A.B., Curry Rogers, K., Carabajal, A.P., Apesteguía, S., Fernández, M., García, R. y Talevi, M. 2007. Upper Cretaceous dinosaur nesting sites of Río Negro (Salitral Ojo de Agua and Salinas de Trapalcó-Salitral de Santa Rosa), Northern Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 28: 392–404.

Salgado, L., Magalhães Ribeiro C., García R.A. y Fernández, M.S. 2009. Late Cretaceous Megaloolithid eggs from Salitral de Santa Rosa (Río Negro, Patagonia, Argentina): inferences on the titanosaurian reproductive biology. *Ameghiniana* 46: 605–620.

Sander, P.M., Peitz, C., Jackson, F.D. y Chiappe, L.M. 2008. Upper Cretaceous titanosaur nesting sites and their implications for sauropod dinosaur reproductive biology. *Palaeontographica Abteilung A* 284: 69–107.

Sanz, J.L., Chiappe, L.M., Fernández-Jalvo, Y., Ortega, F., Sánchez-Chillón, B., Poyato-Ariza, F.J. y Pérez-Moreno, B.P. 2001. An Early Cretaceous pellet. *Nature* 409: 998–999.

Scholle, P.A. y Ulmer-Scholle, D.S. 2003. A color guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grain, Texture, Porosity, Diagenesis. *American Association of Petroleum Geologists, Memoir* 77: 1–461.

Sigé, B. 1968. Dents de micromammiferes et fragments de coquilles d'oeufs de dinosauriens dans la faune de vértebrés du Crétacé supérieur de Laguna Umayo (Andes peruviennes). *Comptes rendus des séances de l'Academie des Sciences* 267: 1495–1498.

Simón, M.E. 2006. Cáscaras de huevos de dinosaurios de la Formación Allen (Campaniano–Maastrichtiano), en Salitral Moreno, provincia de Río Negro, Argentina. *Ameghiniana* 43: 513–528.

Smith, D.L. y Hayward, J.L. 2010. Bacterial decomposition of avian eggshell: a taphonomic experiment. *Palaios* 25: 318–326.

Trimby, P. y Grellet-Tinner, G. 2011. The Hidden Secrets of Dinosaur Eggs. Revealed Using Analytical Scanning Electron Microscopy. *Infocus* 24: 5–21.

Vianey-Liaud M., Hirsch K., Sahni A. y Sigé B. 1997. Late Cretaceous Peruvian eggshells and their relashionships with Laurasian and eastern gondwanian material. *Geobios* 30: 75–90.

Vianey-Liaud, M., Khosla A. y Garcia, G. 2003. Relationships between european and indian dinosaur eggs and eggshells of the Oofamily Megaloolithidae. *Journal of Vertebrate Paleontology* 23: 575–585.

Vila, B., Galobart, A., Oms, O., Poza, B. y Bravo, A.M. 2010. Assessing the nesting strategies of Late Cretaceous titanosaurs: 3-D clutch geometry from a new megaloolithid eggsite. *Lethaia* 43: 197–208.

Walls, G.Y. 1981. Feeding ecology of the tuatara (*Sphenodon punctatus*) on Stephens Island, Cook Strait. *New Zealand Journal of Ecology* 4: 89–97.

Wilson, J.A., Mohabey, D.M., Peters, S.E. y Head, J. 2010. Predation upon Hatchling Dinosaurs by a New Snake from the Late Cretaceous of India. *PLoS Biol,* 8: e1000322.

doi: 10.5710/AMGH.9.11.2012.551

Recibido: 16 de noviembre de 2011

Aceptado: 9 de noviembre de 2012