

## AVANCES RECIENTES EN LA INVESTIGACIÓN PALEONTOLÓGICA DEL ORDOVICIANO SUPERIOR PERUANO

César Chacaltana<sup>1</sup>, Juan Carlos Gutiérrez-Marco<sup>2</sup>, Enrique Villas<sup>3</sup>, Jorge Colmenar<sup>4</sup>, Isabel Rábano<sup>5</sup>, Marcelo G. Carrera<sup>6</sup> y Olev Vinn<sup>7</sup>

<sup>1</sup> INGEMMET, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Av. Canadá 1470 San Borja, Lima. cchacaltana@ingemmet.gob.pe

<sup>2</sup> Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid, España. jcgrapto@ucm.es

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza, España. villas@unizar.es

<sup>4</sup> Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Øster Voldgade 5–7, 1350 Copenhagen, Dinamarca. jorgecolmenarlallena@gmail.com

<sup>5</sup> Museo Geominero - IGME, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España. i.rabano@igme.es

<sup>6</sup> CICTERRA-CONICET Universidad Nacional de Córdoba, Fac. Cs. Exactas Físicas y Naturales, Av. Velez Sarfield 1611 Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina. mcarrera@unc.edu.ar

<sup>7</sup> Department of Geology, University of Tartu, Ravila 14 A, 50411 Tartu, Estonia. olev.vinn@ut.ee

### INTRODUCCIÓN

Hasta hace una década, la evidencia paleontológica en sedimentitas del Ordoviciano Superior peruano se limitaba a raras citas de graptolitos, braquiópodos, filocáridos y braquiópodos de ubicación estratigráfica dudosa (Newton, 1901; Ochoa, 1904; Steinmann, 1929; Bulman, 1931; Brussa *et al.*, 2007), a los que se añadieron otras menciones someras en algunas publicaciones y mapas geológicos oficiales (Boucot y Mégard, 1972; Laubacher, 1977, 1978; Aranda Vercelli y Aldana Álvarez, 1985; Palacios *et al.*, 1993; Romero *et al.*, 1995). Los trabajos de Chacaltana *et al.* (2010), Villas *et al.* (2010) y Gutiérrez-Marco *et al.* (2010) aportaron datos paleontológicos y estratigráficos nuevos, que sirvieron para precisar la extensión del Ordoviciano Superior en las formaciones San José y Sandía de la Cordillera Oriental, complementados por dos publicaciones recientes que describieron una parte de las asociaciones paleontológicas (Villas *et al.*, 2015; Vinn y Gutiérrez-Marco, 2016). Estas últimas reconocieron diversos géneros y especies nuevas de invertebrados, de cuya presentación da cuenta el presente resumen.

### MARCO ESTRATIGRÁFICO

Los únicos materiales del Ordoviciano Superior peruano, que hasta la fecha han podido ser acreditados paleontológicamente, se distribuyen esencialmente en los niveles superiores de la Formación San José de la Cordillera Oriental, y en los niveles inferiores de la Formación Calapuja del Altiplano. Las asociaciones fosilíferas corresponden, en ambos casos, al piso Sandbiano en sentido amplio, sin que los materiales asignados tentativamente al Katiano o al Hirnantiano, dentro de las formaciones Sandía y Calapuja, contengan fósiles identificables. Pero al menos por correlación de facies, la Formación Sandía del valle del río Apurímac y la Cordillera de Carabaya sí que podría corresponder al Hirnantiano (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2010).

Laubacher (1974) fue el primer autor en atribuir el tramo terminal de la Formación San José al Ordoviciano Superior, encuadrándose en dicha posición los hallazgos paleontológicos del Sandbiano reconocidos en la Cordillera de Carabaya y el valle del río Inambari. A grandes rasgos, todos se integran en el rango de distribución vertical del graptolito *Nemagraptus gracilis* (Hall), que se corresponde con el Sandbiano 1-2 (Bergström *et al.*, 2009). En el Perú central, Chacaltana *et al.* (2006) atribuyeron al Ordoviciano Medio los niveles con *Dicellograptus* de la Formación San José en la sección del cerro Huancampa, que también brindaron restos de un organismo de cuerpo blando (Gutiérrez-Marco y Chacaltana, 2006). Sin embargo, investigaciones recientes permitieron reasignar dicho horizonte al Sandbiano, tras el descubrimiento en el mismo de *N. gracilis* (Gutiérrez-Marco y Chacaltana, datos inéditos).

La Formación Calapuja del Altiplano incluye diversos yacimientos paleontológicos en sus niveles más inferiores, en su mayoría descubiertos por Laubacher (1977, 1978) cerca de las ciudades de Ayaviri y Juliaca (Fig. 1). A diferencia de los yacimientos de la Formación San José, los fósiles sandbianos de la Formación Calapuja se conservan en el interior de nódulos o, más frecuentemente, concentrados en niveles lumaguélicos dentro de estratos de arenisca de naturaleza tempestífica, con un neto predominio

de conchas y caparazones de invertebrados bentónicos tales como braquiópodos (rinconeliformes y linguliformes), moluscos (gasterópodos, bivalvos), trilobites, briozoos, cnidarios, cornulítidos, equinodermos (crinoideos) y poríferos.

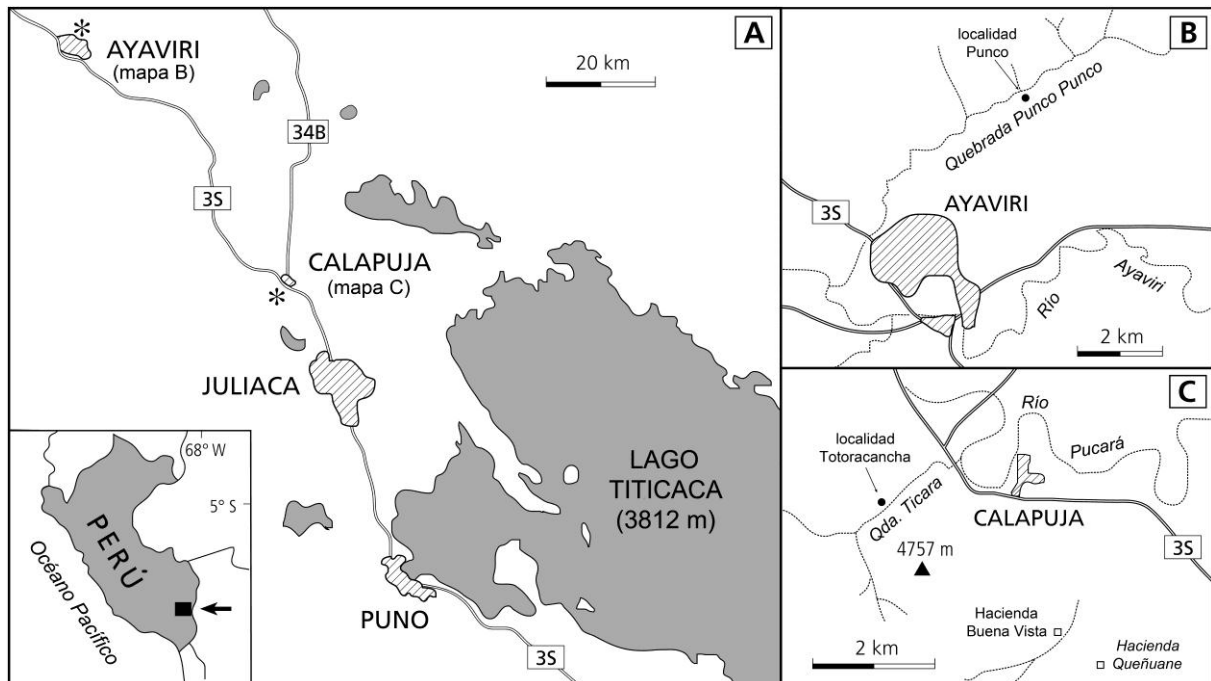


Figura 1. Esquema de situación de las localidades fosilíferas más importantes del Ordoviciano Superior en el dominio orográfico del Altiplano: Punco, Totoracancha, Buena Vista y Queñuane. Adaptado de Vinn y Gutiérrez-Marco (2016)

### AVANCE DE RESULTADOS PALEONTOLÓGICOS

Los únicos fósiles del Sandbiano de la Formación San José, que han sido revisados o descritos recientemente, son el filocárido *Pumilocaris acuta* (Bulman) (Racheboeuf *et al.*, 2009) y el paleoescolécido *Juninscolex ingemmetianum* García Bellido *et al.* (2008). El nombre del segundo taxón alude al Departamento de Junín donde radica el yacimiento, y a su descubrimiento a cargo de un equipo científico del INGEMMET.

En los niveles de arenisca de la Formación Calapuja abundan destacadamente los braquiópodos, especialmente en la sección de Totoracancha, donde Villas *et al.* (2015) describieron ocho formas distintas de los órdenes Orthotetida, Orthida y Rhynchonellida. Entre ellas destacan tres nuevos taxones de dalmanelloideos (*Drabovinella minuscula*, *Onnizetina calapujensis* y *Horderleyella chacaltanai*; la tercera especie está dedicada al primer autor) y un rincotrematoideo (*Tasmanella curtiseptata*). Restan aún por describir los braquiópodos procedentes del yacimiento de Ayaviri, así como los de las secciones de Buena Vista y Queñuane, procedentes de niveles más inferiores estratigráficamente que los de Totoracancha.

Otro grupo fósil recién estudiado (Vinn y Gutiérrez-Marco, 2016) es el de los cornulítidos, un raro y enigmático grupo de invertebrados tubícolas que se halla representado por dos especies nuevas: *Cornulites zatonii* en Totoracancha y *C. vilcae* en Ayaviri (Fig. 2). Este segundo taxón está dedicado a la Ing. Susana G. Vilca Achata, natural del Departamento de Puno donde se ubican los yacimientos, y Presidenta del Consejo Directivo del INGEMMET en el momento de la investigación.

La colección inicial de poríferos reportada por Chacaltana *et al.* (2010) se ha visto incrementada con el hallazgo de nuevos ejemplares. La asociación comprende espículas hexactinas y pentactinas aisladas, así como haces o penachos de grandes monaxonas elongadas, con orientación subparalela. Algunas de estas agrupaciones contienen monaxonas ornamentadas que, en conjunto, recuerdan la estructura y composición presentes en el género *Pyritonema* McCoy (= *Hyalostelia* Hinde), de acuerdo con la revisión de Botting (2005). Aparte de ellas, aparecen haces radiculares de hexactinélidas, compuestos por largas monaxonas que incluyen terminaciones curvas en forma de gancho.

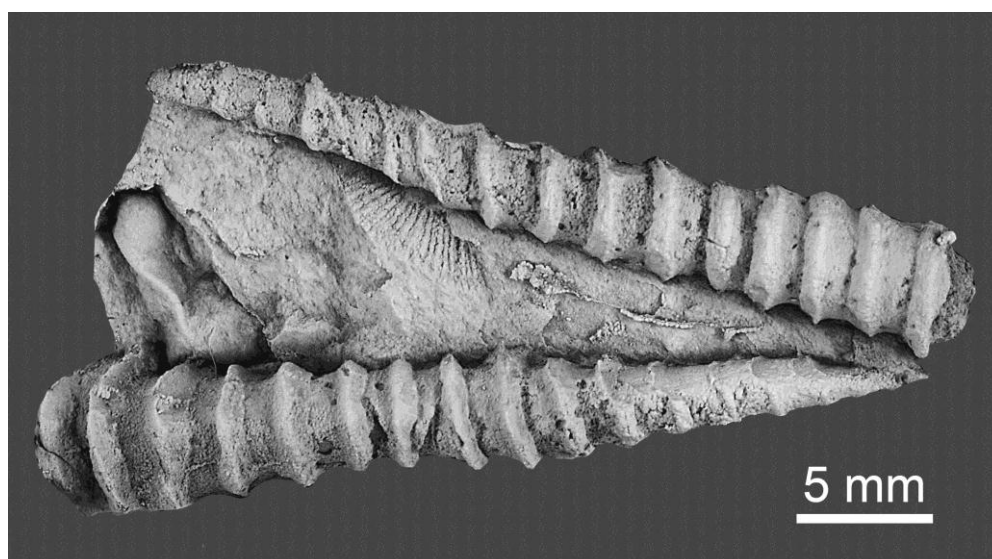


Figura 2. *Cornulites vilcae* Vinn y Gutiérrez-Marco, 2016, una especie nueva de cornulítido (tubícola de afinidades inciertas) procedente de las pizarras sandbianas de Ayaviri.

El estudio de los trilobites de la Formación Calapuja se halla aún en sus inicios, pero se ha avanzado con el descubrimiento del género *Huemacaspis*, un homalonótido hasta ahora representado en el Sandbiano de Bolivia y Argentina (Waisfeld y Henry, 2003), además del trinucleido *Incaia* cf. *nordenskiöldi* (Bulman). El segundo descubrimiento es importante porque el yacimiento tipo de la especie, ubicado en el área de San Juan del Oro (“entre Limpucuni e Itchubamba”: Bulman, 1931), continúa atribuido al “Llanvirniano superior” (Hughes y Wright, 1970; Hughes *et al.*, 1975), por desconocerse su contexto estratigráfico preciso. El hallazgo en Totoracancha permite suponer que el material de Bulman (1931) deriva, en realidad, de niveles del Sandbiano situados en los niveles superiores de la Formación San José, pudiendo facilitar por vez primera la correlación entre el Dominio del Altiplano y la Cordillera Oriental para el Ordoviciano Superior.

Del resto del material paleontológico en estudio, Chacaltana *et al.* (2010) avanzaron el descubrimiento del gasterópodo *Phragmolites* sp. en Totoracancha, una identificación refrendada por el especialista Jan Ove R. Ebbestad (Universidad de Uppsala, Suecia), quien ha emprendido el estudio de los gasterópodos del Ordoviciano peruano recolectados por los dos primeros autores.

## CONCLUSIONES

Los escasos fósiles del Ordoviciano Superior peruano se limitan de momento a horizontes del Sandbiano, si bien aportan una información valiosísima para el conocimiento del extremo norte de la Cuenca Andina central y de sus vínculos paleobiogeográficos con Avalonia y la región gondwánica de altas paleolatitudes en Europa y Africa. Los modernos estudios de García-Bellido *et al.* (2008), Racheboeuf *et al.* (2009), Villas *et al.* (2015) y Vinn y Gutiérrez-Marco (2016), llevan inventariados un género y nueve especies nuevas con localidades tipo emplazadas en el Sandbiano peruano, a los que los estudios en curso agregarán sin duda otros taxones nuevos. Esta información se incluye en el catálogo virtual de fósiles del INGEMMET.

(<http://intranet2.ingemmet.gob.pe:85/fosilcgperu/inicio.aspx>).

## AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo es una contribución al Programa de Paleontología de la Dirección de Geología Regional de INGEMMET y al proyecto IBEROR (CGL2012-39471) del Ministerio de Economía y Competitividad español.

## REFERENCIAS

Aranda Vercelli, A., Aldana Álvarez, M. 1985. Hallazgo de fósiles del Paleozoico no reportados en el Perú. De Re Metallica, v. noviembre-diciembre 1985, p. 9-10.

- Bergström, S.M., Chen, X., Gutiérrez-Marco, J.C., Dronov, A. 2009. The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and to  $\delta^{13}\text{C}$  chemostratigraphy. *Lethaia*, v. 42, p. 97-107.
- Botting, J.P. 2005. Exceptionally-preserved Middle Ordovician sponges from the Llandegley Rocks Lagerstätte, central Wales. *Palaeontology*, v. 48, p. 577-617.
- Boucot, A.J., Mégard, F. 1972. Silurian of Peru. In Berry, W.B.N. & Boucot, A.J. (eds.), *Correlation of the South American Silurian rocks*. Geological Society of America, Special Paper, v. 133, p. 51.
- Brussa, E., Maletz, J., Mitchell, C.E., Goldman, D. 2007. *Nemagraptus gracilis* (J. Hall) from Bolivia and Peru. *Acta Palaeontologica Sinica*, v. 46 (suppl.), p. 57-63.
- Bulman, O.M.B. 1931. South American graptolites with special reference to the Nordenskjöld Collection. *Arkiv för Zoologi*, v. 22A (3), p. 1-111.
- Chacaltana, C., Valdivia, W., Carlotto, V., Sánchez, J., Gutiérrez-Marco, J.C. 2006. Nuevas evidencias de graptolitos en el Perú central: implicancias estratigráficas. Resúmenes Extendidos XIII Congreso Peruano de Geología, Lima. Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial 7, p. 611-614.
- Chacaltana, C., Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., García-Bellido, D.C. 2010. Descubrimiento de cornulítidos y otros raros invertebrados ordovícicos en el Altiplano peruano. In Macharé Ordoñez, J. (ed.), XV Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial 9, p. 213-216.
- García-Bellido, D.C., Gutiérrez-Marco, J.C., Chacaltana, C.A. 2008. First soft-bodied fossil from the Ordovician of Peru. *Alcheringa*, v. 32, p. 313-320.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Chacaltana, C.A. 2006. Primer fósil de organismo de cuerpo blando en el Ordovícico de Perú. In Carlotto, V., Cárdenas, J., Soler, P. & Jacay, J. (eds.), XIII Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica del Perú, Lima, Publicación Especial 7, p. 627-630.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Carlotto, V., Monge, R., Chacaltana, C., Cárdenas, J. 2010. Problemática de la Formación Sandía (Ordovícico) en la Cordillera Oriental peruana: ¿una o varias unidades de distinta edad?. In Macharé Ordoñez, J. (ed.), XV Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial 9, p. 853-857.
- Hughes, C.P., Wright, A.J. 1970. The trilobites *Incaia* Whittard 1955 and *Anebolithus* gen. nov. *Palaeontology*, v. 13, p. 677-690.
- Hughes, C.P., Ingham, J.K., Addison, R. 1975. The morphology, classification and evolution of the Trinucleidae (Trilobita). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London [B]*, v. 272 (920), p. 537-607.
- Laubacher, G. 1974. Le Paléozoïque inférieur de la Cordillère orientale du sud-est du Pérou. *Cahiers ORSTOM, série Géologique*, v. 6, p. 29-40.
- Laubacher, G. 1977. Géologie des Andes péruviennes. Géologie de l'Altiplano et de la Cordillère Orientale au nord et nord-ouest du lac Titicaca (Pérou). Thèse Docteur d'Etat, mention Sciences. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Académie de Montpellier, 117 p.
- Laubacher, G. 1978. Estudio Geológico preliminar de la Cordillera Oriental, III. Estudio Geológico del Bloque C, Dpto. Puno. Informe ORSTOM-Servicio de Geología y Minería, Lima, 89 p.
- Newton, E.T. 1901. Note on graptolites from Peru. *Geological Magazine* [4], v. 8, p. 195-197.
- Ochoa, N.G. 1904. Recursos minerales de la provincia de Huánuco. *Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú*, Lima, v. 9, p. 1-43.
- Palacios M., O., De la Cruz, J., De la Cruz, N., Klink, B.A., Allison, R.A., Hawkins, M.P. 1993. Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al oeste del Lago Titicaca – sur del Perú (Proyecto Integrado del Sur). *Boletín del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Serie A (Carta Geológica Nacional)*, v. 42, p. 1-257.
- Racheboeuf, P.R., Crasquin, S., Brussa, E. 2009. South American Ordovician phyllocarids (Crustacea, Malacostraca). *Bulletin of Geosciences*, v.84, p. 377-408.
- Romero P., L., Aldana A., M., Rangel Z., C., Villavicencio R., E., Ramírez A., J. 1995. Fauna y flora fósil del Perú. *Boletín del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [D]*, v. 7, p. 1-147.
- Steinmann, G. 1929. *Geologie von Perú, mit Beiträgen von R. Stappenbeck, F. Sieberg und C. Lissón*. Carls Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg, 448 p. [trad. española: *Geología del Perú*, Heidelberg 1930, ix+448 p.].
- Villas, E., Gutiérrez-Marco, J.C., Chacaltana, C., Carlotto, V., Cárdenas, J., Monge, R. 2010. Braquiópodos ordovícicos del Perú: revisión de antecedentes, diversidad y aspectos paleobiogeográficos. In Macharé Ordoñez, J. (ed.), XV Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial 9, p. 249-252.
- Villas, E., Colmenar, J., Gutiérrez-Marco, J.C. 2015. Late Ordovician brachiopods from Peru and their palaeobiogeographical relationships. *Palaeontology*, v. 58, p. 455-487.
- Vinn, O., Gutiérrez-Marco, J.C. 2016. New Late Ordovician cornulitids from Peru. *Bulletin of Geosciences*, v. 91, p. 59-95.
- Waisfeld, B.G., Henry, J.-L. 2003. *Huemacaspis* (Trilobita, Kerfornellinae) from Late Ordovician of the Argentine Cordillera Oriental. *Geobios*, v. 36, p. 491-499.