

NUEVOS RESTOS DE ORGANISMOS DE CUERPO BLANDO EN LA FORMACIÓN SAN JOSÉ (ORDOVÍCICO) DE LA CORDILLERA ORIENTAL PERUANA

Juan Carlos GUTIÉRREZ-MARCO¹, Diego C. GARCÍA-BELLIDO², José CÁRDENAS³ & César A. CHACALTANA⁴

INTRODUCCIÓN

El registro fósil de organismos de cuerpo blando o con caparazón no biomineralizado se halla prácticamente restringido a los llamados yacimientos de conservación excepcional (Konservat-Lagerstätten), raros en el Fanerozoico (Muscente *et al.*, 2017). En el Paleozoico Inferior, los ejemplos más notables de conservación excepcional se dan en el Cámbrico (biotas de Burgess Shale, Chenjiang, Emu Bay Shale, Sirius Passet, etc.), siendo muy raros, salvo notorias excepciones, en el Ordovícico (Martin *et al.*, 2016b, con referencias).

En Sudamérica, los primeros anuncios del descubrimiento de restos de paleoscolécidos (gusanos priapúlidos ancestrales) se deben a García-Bellido & Aceñolaza (2005), en el Cámbrico argentino, y a Gutiérrez-Marco & Chacaltana (2006), en el Ordovícico peruano. Los representantes de ese grupo fósil son bastante comunes en los yacimientos de tipo «Burgess Shale» en todo el mundo. No obstante, los primeros restos de artrópodos con el mismo estilo de preservación excepcional se encontraron poco después en materiales del Furongiense de Argentina (*Apankura*: Vaccari *et al.*, 2004) y del Tremadociense del mismo país (*Mimetaster*: Aris *et al.*, 2017). En cuanto a los cuerpos vermiformes antes citados, se trataba en ambos casos de ejemplares únicos, asignados más tarde a los géneros *Palaeoscolex* (García-Bellido & Aceñolaza, 2011; revisado como gen. indet. en García-Bellido *et al.*, 2013) y *Juninscolex* (García-Bellido *et al.*, 2008), respectivamente.

Con todo, los fósiles articulados de paleoscolécidos siguen siendo relativamente raros en el Ordovícico, y las síntesis mundiales más recientes (Muir *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2014) siguen citando a *Juninscolex ingemmetianum* García-Bellido, Gutiérrez-Marco &

Chacaltana como el único escleritoma de paleoscolécido reportado en Sudamérica. De ahí el interés potencial de cualquier nuevo hallazgo para el registro del grupo en el Ordovícico. También a escala del continente de Gondwana, donde últimamente se han incorporado datos importantes de paleoscolécidos procedentes del Ordovícico Inferior y Superior de Marruecos (Gutiérrez-Marco & García-Bellido, 2015; Martin *et al.*, 2016a).

En el presente trabajo introducimos dos nuevas localidades con fósiles de cuerpo blando en el Ordovícico peruano. Ambas radican en la Formación San José de la Cordillera Oriental, en sendas secciones de los departamentos del Cusco y Puno.

CONTEXTO GEOLÓGICO

La localidad más antigua se sitúa en niveles de la Formación San José emplazados en la margen derecha de la quebrada de Cashubireni, a unos 6,5 km al noreste del puente de San Francisco sobre el río Apurímac (Kimbiri, provincia La Convención, Cusco). Desde el punto de vista estratigráfico, se trata de un tramo de lutitas verdosas de grano muy fino, datado como Darriwiliense medio, que intercala horizontes milimétricos de lumaquelas ferruginizadas con abundantes restos de trilobites (asáfidos, calimenáceos) y braquiópodos (órtidos) desarticulados. En las lutitas finas los fósiles aparecen de manera más dispersa, distinguiéndose fragmentos de graptolitos, ramas finas de briozoos, valvas aisladas de ostrácodos y raros braquiópodos, además de un ejemplar aislado de lo que podría ser un artrópodo no mineralizado o un gusano, como se discute más adelante.

La segunda localidad estudiada se sitúa 8,5 km al este-noreste de San Gabán (provincia de Carabaya,

¹ Instituto de Geociencias (CSIC, UCM) y Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid, España.

² School of Biological Sciences, University of Adelaide and South Australian Museum, South Australia 5000, Australia.

³ Departamento Académico de Ingeniería Geológica, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Av de la Cultura 733 Cusco, Perú.

⁴ INGEMMET-Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima, Perú.

Emails: jcgrypto@uclm.es; Diego.Garcia-Bellido@adelaide.edu.au; cardenasroque@gmail.com; cchacaltana@ingemmet.gob.pe

Puno), en la margen izquierda del río homónimo, antes de su confluencia en el río Inambari. Desde el punto de vista estratigráfico, el afloramiento comprende niveles de lutitas oscuras con trilobites olénidos y braquiópodos (*Schizocrania* sp.), muy próximas al techo de la Formación San José. El contacto con la Formación Sandía suprayacente está representado aquí por un microconglomerado basal, de naturaleza fosfática y carácter lenticular, reconocible en el camino hacia el Puerto Manoa (al sureste de Limapampa). El afloramiento probablemente desaparecerá en cuanto se complete el nuevo trazado de la carretera interoceánica 34B, y el trazado del camino en desuso sea cubierto por la vegetación tropical. De las lutitas oscuras de la parte alta de la Formación San José procede el fragmento de paleoescolécido que se describe brevemente en el apartado siguiente. En cuanto a la datación del horizonte, los graptolitos reconocidos al sur del poblado de Cuesta Blanca en estos mismos niveles, con trilobites olénidos y *Schizocrania*, pero emplazados en el flanco opuesto del pliegue sinclinal intersectado por el río Inambari, indican una edad Sandbiense sin más precisiones, lo que se corresponde bien con la edad del techo de la Formación San José a escala regional.

RESULTADOS

El organismo de cuerpo blando encontrado en el Ordovícico Medio de Kimbiri (Fig. 1A) corresponde a un resto alargado en compresión lateral, de 5,8 mm de longitud y 1,3 mm de anchura máxima. La anchura preservada no es completa, ya que la fractura de la roca no ha permitido conservar el borde dorsal del animal. Se reconocen 13 segmentos, el primero es el más corto, con solo 0,3 mm de longitud, los dos siguientes son algo más largos con 0,35 mm, y los demás de 0,45 a 0,5 mm de longitud. El último sólo se conserva parcialmente. Cada segmento presenta un par de estructuras ventrales, no rígidas, de unos 0,6 mm de longitud y 0,1 mm de diámetro en su base. Las del primer segmento parecen ramificadas. Estas estructuras se encuentran orientadas hacia atrás, la mayoría formando un ángulo de unos 45°, pero las que surgen de los segmentos segundo y tercero están casi paralelas al cuerpo, plegadas hacia atrás sobre éste. El cuerpo está preservado en un color gris azulado, rodeado de un difuso color de óxido de hierro en la zona ventral, resaltando el contorno de los posibles apéndices. Internamente sólo parece conservarse una banda oscura en la zona ventral, que podría corresponder al tubo digestivo.

El cuerpo largo, estrecho y metamérico del ejemplar parece apuntar a una afinidad con anélidos o con artrópodos. La forma y posición de las estructuras ventrales no parece consistente con los quetas o parapodios descritos en anélidos. Por el contrario, la longitud y capacidad de flexión de estos elementos

resultaría compatible con la de los apéndices locomotores artropodanos. Sin embargo, al no apreciarse podómeros y faltar los datos referidos a una parte indeterminada del tronco, la asignación a nivel de clase de este ejemplar parece aventurada.

El segundo fósil, procedente del Ordovícico Superior de San Gabán (Fig. 1D F), corresponde claramente a un fragmento de paleoescolécido. Mide tan sólo 14 mm de longitud y 6 mm de anchura máxima, pero contiene 38 anillos relativamente bien preservados, apreciándose sus límites y escleritos constituyentes. El conjunto forma una especie de pátina ferruginosa que resalta en relieve de la matriz de la roca, por lo que es de suponer que una piritización temprana fue el mecanismo que favoreció la preservación de estas estructuras tan delicadas y originalmente de naturaleza fosfática.

Los anillos del escleritoma son muy estrechos longitudinalmente, con un promedio de 3,7 anillos por mm (Fig. 1D). En la mitad expuesta del fósil, se cuentan unos 45 escleritos por anillo, lo que haría un total aproximado de 90 escleritos por anillo completo. Cada anillo se halla delimitado por una hilera gruesa de escleritos (en orientación posterior en las fotografías), en número de 8 por milímetro (tr.). Los escleritos son de contorno aproximadamente circular (0,1 mm de diámetro: Fig. 1E), si bien en algunos sectores parecen ovalados sagitalmente (0,1 mm de ancho por casi 0,2 mm de longitud) y presentan indicios de cúspides (Fig. 1F). El estado de preservación es insuficiente para determinar la presencia de otros escleritos más pequeños, y las dimensiones reducidas del fragmento tampoco nos permiten estimar el tamaño del animal completo, por lo que optamos por asignar este ejemplar a un género indeterminado de la familia Palaeoscolecidae Whittard, 1953.

Hasta el momento, el único paleoescolécido descrito en el Ordovícico del Perú es *Juninscolex ingemmetianum* (Fig. 1B-C), definido en el miembro superior (Mb4) de la Formación San José en el área del Cerro Huancampa (OSO de Carhuamayo, departamento de Junín): García-Bellido *et al.* (2008). En principio, la edad del fósil fue estimada como Darriwiliense, en ausencia de graptolitos significativos, por situarse su hallazgo un poco por encima del último registro de *Didymograptus murchisoni* (Beck *in* Murchison). Su holotipo y único ejemplar fue encontrado en un curso de campo de INGEMMET celebrado en 2006, y los primeros estudios sedimentológicos y bioestratigráficos sobre la sección se publicaron ese mismo año (Chacaltana *et al.*, 2006; Díaz-Martínez *et al.*, 2006). Con posterioridad, Maletz *et al.* (2010) advirtieron del inusual solapamiento existente entre los últimos niveles con *Didymograptus* y los primeros con *Dicellograptus*, lo que de paso

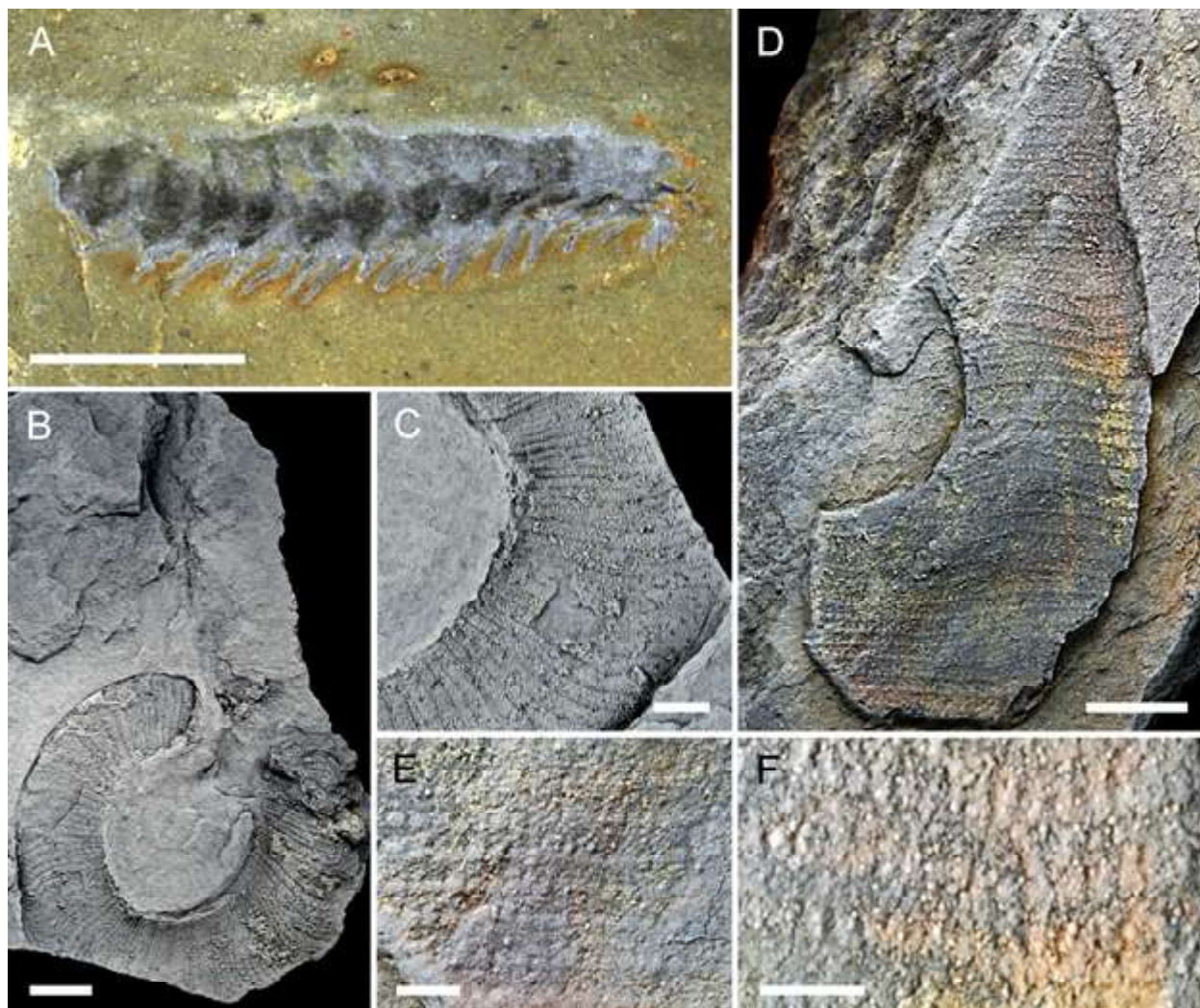


Figura 1 Fósiles de cuerpo blando de la Formación San José, Cordillera Oriental del Perú. A, cuerpo de artrópodo o anélido del Darriwiliense medio de Kimbiri (Cusco), CPI-7905 ; B C, *Juninscolex ingemmetianum* García-Bellido, Gutiérrez-Marco & Chacaltana, procedente del Sandbiense del cerro Huancampa (Junín), holotipo CPI-5490 con detalle de la segmentación (C); D F, Palaeoscolecidae gen. et sp. indet., del Sandbiense de San Gabán (Puno), CPI-7906 con detalle de escleritos circulares (C) y otros alargados longitudinalmente (F). Escalas gráficas 2 mm, excepto B (5 mm) y E F (0,5 mm). Originales en la colección paleontológica de INGEMMET (Lima).

sembraba dudas sobre la edad atribuida al estratotipo de *Juninscolex*. Con el fin de clarificar este último aspecto, dos de los coautores de este trabajo (JCG-M y CCB) abordamos una campaña en octubre 2012, que permitió revisar los horizontes con graptolitos en cuestión y concluir que ambos se hallan nítidamente separados desde el punto de vista estratigráfico. Al mismo tiempo, en proximidad inmediata al horizonte de *Juninscolex*, que en realidad se halla relativamente alto en la sucesión, se encontró el graptolito *Nemagraptus gracilis* (Hall) que, con toda probabilidad, permite resituar en el Sandbiense el estratotipo de esta especie de paleoescolécido.

Las principales diferencias de *J. ingemmetianum* con respecto al ejemplar de San Gabán se cifran en la mayor uniformidad de la segmentación de este último y en la estructura dérmica. Así, *Juninscolex* desarrolla

una anulación variable (desde segmentos de 1 mm de ancho hasta alcanzar un máximo de 5 anillos/mm en la parte central del cuerpo, algunos con surcos interanulares), y no conserva vestigios de los escleritos u otras estructuras cuticulares. El número máximo de anillos en el paleoescolécido de San Gabán es de unos 3 por milímetro, y sus escleritos forman líneas paralelas de un extremo a otro del ejemplar, de manera independiente de la línea del contorno exterior, por lo que parece claro que se trata del fragmento de una porción no curvada del escleritoma. Tampoco se observa plegamiento entre las hileras de escleritos dentro de un anillo o entre anillos consecutivos, lo que interpretamos como que el ejemplar no se encuentra contraído, a diferencia de un caso bien frecuente en muchos fósiles de paleoescolécidos (ver, por ejemplo, Gutiérrez-Marco & García-Bellido, 2015).

CONCLUSIONES

Se presentan dos nuevos casos de fosilización de organismos de cuerpo blando en el Ordovícico del Perú. El más antiguo procede de un tramo de pizarras verdes finas de edad Darriwiliense en la localidad de Kimbiri (Cusco), pero lo incompleto del ejemplar impide discernir si se trata de un anélido o un artrópodo no biomineralizado. El segundo caso consiste en un nuevo resto de paleoescolécido del Sandbiense, en este caso derivado de afloramientos próximos a San Gabán (Puno). Ambos hallazgos provienen de horizontes distintos de la Formación San José, y junto con la localidad tipo de *Juninscolex* (García Bellido *et al.*, 2008), marcan los primeros indicios de que dentro de esta unidad peruana podrían existir tramos con un potencial excepcional de fosilización de organismos de cuerpo blando. Ello merecería de investigarse a fondo en futuros trabajos, pues los Fossil-Lagerstätten ordovícicos son bastante raros por comparación al Cámbrico (Martin *et al.*, 2016b; Muscente *et al.*, 2017) y en las plataformas gondwánicas de altas a intermedias paleolatitudes únicamente se conocen en Marruecos, Sudáfrica y Argentina, siempre de manera muy puntual.

AGRADECIMIENTOS

A Carlos Alonso (Universidad Complutense de Madrid) por su ayuda con las ilustraciones. Este trabajo es una contribución a los proyectos CGL2017-87631-P del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (España) y PICG 653 (IUGS-UNESCO), así como una contribución al Programa de Paleontología de la Dirección de Geología Regional del INGEMMET.

REFERENCIAS

- Aris, M.J., Corronca, J.A., Quinteros, S. & Pardo, P.L. (2017). A new marrellomorph euarthropod from the Early Ordovician of Argentina. *Acta Palaeontologica Polonica*, 62 (1), 1-8.
- 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, 611-614.
- Conway Morris, S. & Robison, R.A. (1986). Middle Cambrian priapulids and other soft-bodied fossils from Utah and Spain. *The University of Kansas Paleontological Contributions*, 117, 22 p.
- Díaz-Martínez, E., Carlotto, V., Chacaltana, C., Rodríguez, R. & Valdivia, W. (2006). Estratigrafía y sedimentología del Ordovícico Medio entre Junín y Cerro de Pasco, Perú central. *Resúmenes Extendidos XIII Congreso Peruano de Geología*, Lima. Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial 7, 533-536.
- García-Bellido D.C. & Aceñolaza G.F. (2005). Organismos de cuerpo blando en los estratos cámbricos del noroeste Argentino. *In: Llambías, E., Barrio, R. de, González, P. & Leal, P. (Eds.), XVI Congreso Geológico Argentino*, La Plata, 3, 467-474.
- García-Bellido D.C. & Aceñolaza G.F. (2014). The worm *Palaeoscolex* from the Cambrian of NW Argentina: extending the biogeography of Cambrian priapulids to South America. *Alcheringa*, 35, 531-528.
- García-Bellido D.C., Gutiérrez-Marco J.C. & Chacaltana C.A. (2008). First soft-bodied fossil from the Ordovician of Peru. *Alcheringa*, 32, 313-320.
- García-Bellido D.C., Paterson J.R. & Edgecombe G.D. (2013). Cambrian palaeoscolecid (Cycloneuralia) from Gondwana and reappraisal of species assigned to *Palaeoscolex*. *Gondwana Research*, 24, 780-795.
- 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, 627-630.
- Gutiérrez-Marco J.C. & García-Bellido D.C. (2015). Micrometric detail in palaeoscolecid worms from Late Ordovician sandstones of the Tafilalt Konservat-Lagerstätte, Morocco. *Gondwana Research*, 28, 875-881.
- Maletz J., Reimann C., Spiske M., Bahlburg H. & Brussa E.D. (2010). Darriwilian (Middle Ordovician) graptolite faunas of the Sandia Region, southern Peru. *Geological Magazine*, 45, 397-411.
- Martin E.L.O., Lerosey-Aubril R. & Vannier J. (2016a). Palaeoscolecid worms from the Lower Ordovician Fezouata Lagerstätte, Morocco: Palaeoecological and palaeogeographical implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 460, 130-141.
- Martin E.L.O., Pittet B., Gutiérrez-Marco J.C., Lefebvre B., Vannier J., El Hariri K., Lerosey-Aubril R., Masrouf M., Nowak H., Servais T., Vandembroucke T.R.A., Van Roy P., Vaucher R. & Lefebvre B. (2016b). The Lower Ordovician Fezouata Konservat-Lagerstätte from Morocco: Age, environment and evolutionary perspectives. *Gondwana Research*, 34, 274-283.
- Muir L.A., Ng T.-W., Li X.-F., Zhang Y.-D. & Lin P.-L. (2014). Palaeoscolecidan worms and a possible nematode from the Early Ordovician of South China. *Palaeoworld*, 23, 15-24.

- Muscente A.D., Schiffbauer J.D., Broce J., Laflamme M., O'Donnell K., Boag T.H., Meyer M., Hawkins A.D., Huntley J.W., McNamara M., MacKenzie L.A., Stanley G.D.Jr., Hinman N.W., Hofmann M.H. & Xiao X. (2017). Exceptionally preserved fossil assemblages through geologic time and space. *Gondwana Research*, 48, 164-188.
- Vaccari N.E., Edgecombe G.D. & Escudero C. (2004). Cambrian origins and affinities of an enigmatic fossil group of arthropods. *Nature*, 430, 554-557.
- Wang W., Muir L.A., Botting J.P., Feng H., Servais T. & Li L. (2014). A Tremadocian (Early Ordovician) palaeoscolecidan worm from graptolitic shales in Hunan province, South China. *Palaeontology*, 57 (3), 657-671.
- Whittard W.F. (1953). *Palaeoscolex piscatorum* gen. et sp. nov., a worm from the Tremadocian of Shropshire. *Quarterly Journal of the Geological Society*, London, 109, 125-135.