

## GRAPTOLITOS ORDOVÍCICOS DEL SUBSUELO DE LA CUENCA UCAYALI, SELVA ORIENTAL DEL PERÚ

Juan Carlos GUTIÉRREZ-MARCO<sup>1</sup> & Jorge NAVARRO COMET<sup>2</sup>

### INTRODUCCIÓN

Los materiales del Ordovícico registrados en superficie en la Selva Oriental del Perú se limitan prácticamente al Arco de Contaya, situado unos 75 km al NE de Contamana, en la zona limítrofe entre las cuencas Maraón (al norte) y Ucayali (al sur). Los afloramientos comprenden el corte tipo de la Formación Contaya, representada en el núcleo de un arco extrusivo de orientación ONO-ESE, delimitado por fallas opuestas, y generado por un proceso de inversión tectónica iniciado en el Cretácico tardío (Hermosta *et al.*, 2005, con referencias previas). Aunque la unidad se presenta incompleta en su estratotipo, su contenido paleontológico es abundante y se han descrito e ilustrado diversos graptolitos, trilobites, braquiópodos y ostrácodos, entre otros grupos fósiles, que han permitido asignarla al Ordovícico Medio (Newell & Tafur, 1943, 1944; Hughes *et al.*, 1980). Con posterioridad a la caracterización en superficie de la Formación Contaya, la unidad fue perforada en el subsuelo de la Cuenca de Maraón por el pozo Maraón 110-1 (Texas Petroleum, año 1957) y en la Cuenca de Ucayali fue reconocida en los pozos Cashiboya-1A (El Oriente, año 1956) y Pisqui-1X (Mobil, año 1967). En este sentido, Pardo & Zúñiga y Rivero (1976) resaltaron muy pronto la amplia distribución alcanzada por la formación bajo el llano amazónico peruano, constatable desde Contaya hasta el área de confluencia de los ríos Tigre y Maraón (pozo Maraón 110-1), así como por las líneas sísmicas 2D existentes hacia el noroeste y oeste del mismo. El único dato paleontológico de subsuelo conocido hasta ese momento era el graptolito *Orthograptus cf. truncatus* Lapworth, descubierto a 3306,47 m de profundidad en el pozo Maraón 110-1 (Zúñiga, 1957, p. 3). El hallazgo fue atribuido a «la parte alta del piso Llanvirniense», en un tramo de aproximadamente 50 m de argilitas y pizarras negras correlacionable con la Formación Contaya. Un dato posterior sobre la presencia de fósiles ordovícicos en el subsuelo de la Cuenca Maraón proviene del pozo Palmera-1X (Arco, año 1975), ubicado unos 180 km al NE de Contamana.

Lo que se encontró en este caso fueron acritarcos de la «Asociación *Striatotheca-Acanthodiacrodium*», datada originalmente como «Llanvirniense-Llandeilo», procedentes de dos muestras del intervalo 3780-3900 m, que por esta razón se asignó a la Formación Contaya (PALYNOIL, 1995).

La evidencia de Ordovícico fosilífero en el subsuelo de la Cuenca Ucayali es bastante más reciente, y se debe a la actividad exploratoria de la compañía Cepsa, que propició el descubrimiento del campo petrolífero Los Ángeles (García-Mayoral *et al.*, 2017), situado unos 80 km al SO de la ciudad de Pucallpa y unos 40 km al oeste del campo de petróleo Agua Caliente (Mathalone & Montoya, 1995; Navarro, 2018). El pozo descubridor Los Ángeles-1XST (Cepsa, año 2013) alcanzó una profundidad final de 3782 m MD y atravesó un importante espesor de rocas del Cenozoico (900 m) y Cretácico (1000 m), discordantes sobre 500 m de Jurásico, que a su vez, yacen discordantes sobre una sección Paleozoico superior (Pérmico a Devónico), ¿Silúrico? y Ordovícico, habiéndose caracterizado los materiales paleozoicos por sus asociaciones sucesivas de microfósiles de pared orgánica (ROBERTSON, 2015). Los aproximadamente 140 m de pizarras consideradas como correlacionables con la Formación Contaya fueron asignadas a la «Zona de *Arkonia virgata*», en virtud de un estudio palinológico cuantitativo a partir de los detritos de perforación (*cuttings*) procedentes de 9 niveles. Todos ellos brindaron diversas formas poco determinativas de quitinozoos, acritarcos, miosporas y leiosferas, dentro de un rango «Floienense?-Darriwilienense», reconocidas en el intervalo de 3635-3770 m de profundidad. En el horizonte superior (3635 m), los análisis micropaleontológicos (ROBERTSON, 2015, p. 31, 32) indicaron la posible presencia de fragmentos de graptolitos, presentes en las fracciones de 10+53 µm del preparado palinológico. En su opinión, su presencia podría denotar una cierta proximidad del horizonte al límite Ordovícico Inferior-Medio, por coincidir también con declive en la abundancia o últimos registros de ciertos quitinozoos y acritarcos. En la presente nota se confirma el hallazgo de

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Cepsa E.P., S.A.U., Paseo Castellana 259A, 28049 Madrid, España.  
Email: jcgprapto@ucm.es; jorge.navarro@cepsa.com

graptolitos ordovícicos en el pozo Los Ángeles-1XST, que precisan la edad señalada por los microfósiles y plantean también una correlación parcial con los niveles del Ordovícico Superior representados en la Formación San José de la Cordillera Oriental peruana.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

Los graptolitos estudiados en el presente trabajo proceden del tramo asignado a la Formación Contaya en el citado pozo Los Angeles-1XST que, en opinión de ROBERTSON (2015, p. 32 y desplegable nº 5), podría exceder el ámbito estratigráfico de la «Zona de *Arkonía virgata*» para llegar a extenderse entre los 3626 y 3782 m de profundidad. El material se compone de 7 fragmentos de lutitas negras graptolíticas, variables entre los 3 x 4 y 5 x 20 mm de tamaño, más dos pequeñas piezas adicionales de lutita negra rica en pequeños esferoides minerales (diámetro ecuatorial 0,5-0,7 mm), con todo el aspecto de corresponder a cristales de cloritoide pre-tectónico. Los fragmentos pizarrosos más grandes tienen un aspecto astilloso, al estar el plano fosilífero S0 delimitado por posibles planos de foliación que forman un ángulo de 45-80° con el primero. En cuanto a la posición estratigráfica, no fue posible establecer *a priori* una ordenación relativa de las muestras ni la situación precisa de cada pieza, por corresponder a caídas (*cavings*) durante la perforación del pozo, que provendrían de un amplio intervalo (3300-3720 m MD). De todos modos, los datos bioestratigráficos aportados por los graptolitos los sitúan en la Formación Contaya, pudiendo diferenciar al menos dos horizontes distintos del Ordovícico Medio y Superior, respectivamente.

## RESULTADOS PALEONTOLÓGICOS

Los graptolitos observados en siete fragmentos de roca se hallan muy incompletos como para permitir una identificación taxonómica precisa a nivel de especie. No obstante, en el material se reconocen formas representativas de al menos tres horizontes distintos que, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- Horizonte de *Didymograptus* sp. Está representado por una muestra que contiene el fragmento mesio-proximal de una colonia con dos estipes pendientes que incrementan su anchura de forma muy gradual (Fig. 1A). La ausencia del extremo proximal impide ver si el desarrollo es del tipo *artus* (= *Didymograptus* M'Coy, s. str.), isograptido (= *Jenkinsograptus* Gutiérrez-Marco), o bien si presenta virgella (= *Didymograptellus* Cooper & Fortey, *Yutagraptus* Riva). Su adscripción a estos dos últimos géneros es improbable debido a que no han sido registrados en la Formación Contaya o en materiales ordovícicos comparables de la Cuenca Andina Central, y a que suelen ser formas propias de paleolatitudes más bajas. Algunos otros didymograptidos antiguos y de radosoma pendiente, como *Tsallograptus* VandenBerg o *Baltograptus* Maletz, difieren también del ejemplar peruano por ciertos detalles morfológicos (no hay aperturas denticuladas y los estipes tienen un borde dorsal rectilíneo).
- Horizonte de *Urbanekograptus*? sp. Corresponde a un ejemplar (Fig. 1B) que incluye el fragmento distal de la colonia prolongado en el nema (virgula). Las tecas son típicamente gymnograptidas, con una pared supragenicular corta y con vestigios de espinas geniculares. El peridermo está algo atenuado y dentro de la colonia se reconocen relieves correspondientes a listas parietales, pleurales y septales. La mala conservación y la ausencia del extremo proximal impide discernir si el ejemplar pertenece a *Gymnograptus* Moberg o a *Urbanekograptus* Mitchell. Sin embargo, el primer género no ha sido identificado hasta ahora en Sudamérica, en tanto que el segundo está representado en Bolivia por *Urbanekograptus retioloides* (Wiman), una especie descrita desde antiguo con otros nombres locales (*Lasiograptus armatus* Bulman y *L. porrectus* Bulman: Toro & Maletz, 2018, con referencias previas). Por esta razón, consideramos como más razonable la adscripción tentativa del ejemplar peruano a *Urbanekograptus*, también en virtud de su semejanza con el holotipo de *Lasiograptus porrectus* Bulman, 1931 (= *U. retioloides*), en cuanto a la morfología y dimensiones.
- Horizonte de *Dicranograptus* sp. El tercero de los graptolitos pertenece indudablemente al género *Dicranograptus* Hall, de colonia inicialmente biserial y dipleurial, cuyos estipes divergen al poco tornándose uniseriales. Las tecas suelen ser geniculadas y de abertura introvertida. El ejemplar estudiado corresponde a la región proximal de un radosoma aplastado y visible por su cara anversa (Fig. 1C), que conserva espinas mesiales en las dos primeras tecas y cuyo axil (porción biserial) está formado por 6 pares tecales. En el envés de la muestra hay un fragmento de estipe en conservación subescalariforme (Fig. 1D) que presumiblemente correspondería a un segundo ejemplar de *Dicranograptus*.

- Otro material. Los restantes graptolitos estudiados son formas biseriales totalmente indeterminables, representadas por fragmentos mesio-distales muy aplastados y distorsionados, cuyos perfiles tecales son incluso difíciles de interpretar (Figs. 1E-G). No obstante, entre ellos hay un ejemplar que recuerda notablemente a la parte proximal espinosa de un glossograptido (Fig. 1E) donde el indicio de lacinia, asociada a una espina techal en la serie derecha, parece aproximarlo al género *Paraglossograptus* Mu. Finalmente y en una porción de roca, asociado a lo que podría ser un caparazón incompleto de filocárido (Fig. 1G), encontramos un fragmento biserial de escasa anchura y mínimo solapamiento techal, con notoria alternancia de tecas entre uno y otro estipe, que podría corresponder tanto a una forma monopleural (*Cryptograptus* Lapworth?) como dipleurale (colonias muy finas de ciertas especies de *Pronormalograptus* Chen?, por ejemplo).

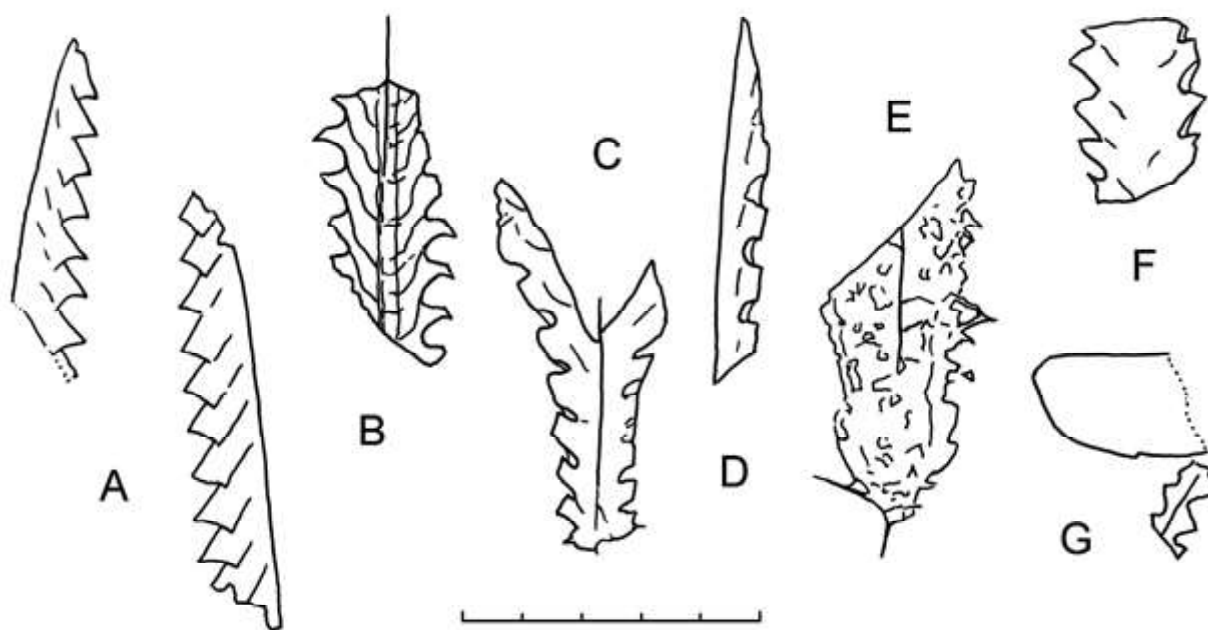
## BIOESTRATIGRAFÍA Y DATACIONES

La presencia de formas típicamente pendientes de *Didymograptus* (géneros *Didymograptus* s. str. y *Jenkinsograptus*) se conoce a partir de la base de la Biozona de *Didymograptus artus* (o de la Biozona de *Holmograptus lentus*, parcialmente equiparable a aquella), hasta la parte inferior de la Biozona de *Hustedograptus teretiusculus*, actualmente incluida en

la Biozona de *Pseudamplexograptus distichus* (Maletz, 1997). Esto permite correlacionar el nivel más antiguo de graptolitos con un horizonte dentro del rango Darriwiliense medio a parte del superior (Dw2-Dw3 p.p. según Bergström et al., 2009; Maletz et al., 2010).

El segundo nivel fosilífero reporta una mayor precisión bioestratigráfica, dado que tanto *Urbanekograptus* como *Gymnograptus* se restringen al Darriwiliense superior (Dw3) en diversas regiones mundiales. Y concretamente el primer género ya se conocía en Bolivia en materiales asignados a la Biozona de *Hustedograptus teretiusculus* (= pre- Biozona de *Nemagraptus gracilis*: Toro & Maletz, 1918), que actualmente tiende a ser redenominada como de *Jiangxigraptus vagus* (Chen et al., 2016, con referencias previas).

El tercer horizonte paleontológico corresponde al Ordovícico Superior (probablemente Sandbiense) por la presencia de una especie de *Dicranograptus* distinta de los representantes primitivos del Darriwiliense terminal, y a su vez próxima a la forma descrita por Bulman (1931) como *Dicranograptus nicholsoni* Hopkinson, en la localidad peruana de Huichiyuni. De ésta procede el material tipo de *Pumilocaris acuta* (Bulman), cuyo caparazón subovoide recuerda al representado en otra de las muestras del pozo, y que eventualmente podría provenir del mismo «horizonte de *Dicranograptus*». Aunque *D. nicholsoni* tiene



**Figura 1** Graptolitos del Ordovícico Medio y Superior del pozo Los Ángeles-1XST, intervalo 3300-3720 m MD, Amazonia peruana. A, *Didymograptus*? sp., nivel inferior; B, *Urbanekograptus*? sp., nivel intermedio; C-D, *Dicranograptus* sp., nivel superior; E-G, formas biseriales indeterminables, la G asociada al resto del caparazón de un filocárido (*Pumilocaris*? sp.). Divisiones de la escala gráfica en milímetros.

espinas mesiales en las tecas del axil y parte de los estipes divergentes, éstas no suelen conservarse en ejemplares comprimidos en pizarras, incluyendo el holotipo de la especie (Rushton, 2000). En el ejemplar estudiado la parte biserial está formada por 6 pares de tecas (frente a 6-8 en los ejemplares peruanos descritos por Bulman, y 8-10 tecas en material derivado de otras procedencias). *Dicranograptus nicholsoni* es una especie cosmopolita que abunda en el rango Sandbiense-Katiense inferior.

Por último, la probable presencia de glossograptidos en el pozo puede acreditarse por el registro del grupo en el área tipo de la Formación Contaya (Hughes et al., 1980). Sus géneros más longevos alcanzan una distribución Darriwiliense-Katiense, pero si el ejemplar de la Fig. 1E perteneciera a un *Paraglossograptus* mal conservado, su edad se restringiría al Darriwiliense (Maletz & Zhang, 2016).

## CONCLUSIONES

Los graptolitos derivados del pozo Los Ángeles-1XST (norte de la Cuenca Ucayali) acreditan la presencia en el subsuelo de la Formación Contaya, conteniendo al menos tres niveles fosilíferos distintos. El más antiguo (con *Didymograptus?* sp.) sería de edad Darriwiliense medio a superior temprano; el intermedio (con *Urbanekograptus?* sp.) correspondería al Darriwiliense superior tardío, y el superior (con *Dicranograptus* sp.) se adscribe al Ordovícico tardío, posiblemente al Sandbiense. A este último tramo cabría asignar también un resto de filocárido (*Pumilocaris?* sp.: Fig. 1G).

El mayor interés del presente hallazgo es estratigráfico pues, tanto en superficie como en subsuelo, la parte superior de la Formación Contaya se presenta siempre erosionada y recubierta bien en disconformidad, bien en discordancia angular, por un rango variado de unidades, desde siluro-devónicas hasta cretácicas. Hasta la fecha, la unidad en su conjunto había sido asignada al Ordovícico Medio (Dw2tardío-Dw3temprano), por lo que ésta es la primera vez que se presentan evidencias de que su sedimentación prosiguió durante el Ordovícico Tardío (Sandbiense-Katiense temprano?). La consecuencia más importante que ello nos plantea es que el ciclo sedimentario representado por la Formación Contaya no muestra, en realidad, gran singularidad con respecto a su coetáneo de la Formación San José en la Cordillera Oriental y área subandina. En los dos casos se trata de unidades de lutitas masivas depositadas en ambientes marinos con tendencia a la profundización, con abundantes fósiles acreditativos de que la sedimentación alcanza el Ordovícico Superior (Bulman, 1931; Turner, 1960; Laubacher, 1974; entre otros).

## AGRADECIMIENTOS

A Cepsa Perú, S.A. por haber puesto a nuestra disposición las muestras originales y documentación inédita del pozo Los Ángeles-1XST, además de permitirnos la difusión de los presentes resultados. A César A. Chacaltana (INGEMMET, Perú) por la supervisión científica de contenidos, y a Carlos Alonso (Universidad Complutense de Madrid) por su ayuda con las ilustraciones. Este trabajo es una contribución al proyecto CGL2017-87631-P del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (España).

## REFERENCIAS

- Bergström S.M., Chen X., Gutiérrez-Marco J.C. & Dronov A.V. (2009). The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and  $\delta^{13}\text{C}$  chemostratigraphy. *Lethaia*, 42 (1), 97-107.
- Bulman O.M.B. (1931). South American graptolites with special reference to the Nordenskjöld Collection. *Arkiv för Zoologi*, 22A (3), 1-111.
- Chen X., Zhang Y., Goldman D., Bergström S.M., Fan Y., Wang Z., Finney S.C., Chen Q. & Ma X. (2016). *Darriwilian to Katian (Ordovician) graptolites from Northwest China*. Zhejiang University Press-Elsevier, 354 p.
- García-Mayoral M.F., Cuñado E., Chalco A., Rodríguez R. & Navarro J. (2017). Potential source rocks for Los Angeles oil field (Ucayali Basin, Peru). *28<sup>th</sup> International Meeting on Organic Geochemistry*. Florence, Italy. <http://imog2017.org/wp-content/uploads/2017/04/166.pdf>
- Hermoza W., Brusset S., Baby P., Gil W., Roddaz M., Guerrero N. & Bolaños M. (2005). The Huallaga foreland basin evolution: Thrust propagation in a deltaic environment, northern Peruvian Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 19 (1), 21-34.
- Hughes C.P., Rickards R.B. & Williams A. (1980). The Ordovician fauna from the Contaya Formation of Eastern Peru. *Geological Magazine*, 117 (1), 1-21.
- Laubacher G. (1974). Le Paléozoïque inférieur de la Cordillère orientale du sud-est du Pérou. *Cahiers ORSTOM, série Géologique*, 6 (1), 29-40.
- Maletz J. (1997). Graptolites from the *Nicholsonograptus fasciculatus* and *Pterograptus elegans* Zones (Aberiddian, Ordovician) of the Oslo region, Norway. *Greifswalder Geowissenschaftliche Beiträge*, 4, 5-98.
- Maletz J. & Zhang Y. (2016). Part V, Second Revision, Chapter 21: Suborder Glossograptina: Introduction, morphology, and systematic descriptions. *Treatise Online*, 79, 1-22.

- 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.
- Mathalone J.M.P. & Montoya R. M. (1995). Petroleum geology of the sub-Andean basins of Peru. In: Tankard, A.J., Suárez Soruco, R & Welsink, H.J. (eds.), *Petroleum basins of South America. American Association of Petroleum Geologists Memoir* 62, 423-444.
- Navarro J. (2018). The Agua Caliente oilfield and the Boiling River of the Peruvian Amazon. *AAPG Explorer*, March 2018, 20-25.
- Newell N.D. & Tafur I. (1943). Ordovícico fosilífero en la Selva oriental del Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 14/15, 5-16.
- Newell N.D. & Tafur I. (1944). Fossiliferous Ordovician in lowlands of eastern Peru. *Journal of Paleontology*, 18 (6), 540-545.
- PALYNOIL (1995). Palynological biostratigraphy of the Marañon Basin, Peru (Azcuy & Asociados Consultores, Cafayate, 47 p). In: Lunn, R. & Eisner, P., *Marañon Basin, Peru. Pre-Cretaceous evaluation*. Anadarko Petroleum Corporation & Perupetro. Houston, 71-116 (inédito).
- Pardo A. & Zúñiga y Rivero F. (1976). Estratigrafía y evolución tectónica de la región de la Selva del Perú. In: Petzall, C. (ed.), *Memoria del Segundo Congreso Latinoamericano de Geología*, Caracas, tomo II. *Boletín de Geología, Publicación Especial* 7, 569-587.
- ROBERTSON (UK) Limited (2015). *Biostratigraphy of the Los Angeles-1XST Well, Ucayali Basin*. Report No. 7282/lb (Project No. lb/GF775) for CEPESA Perú S.A. Llandudno, 36 p., 1 fig, 7 pl., 5 encl. (inédito).
- Rushton A.W.A. (2000). *Dicranograptus nicholsoni nicholsoni* Hopkinson. In: Zalasiewicz, J.A., Rushton, A.W.A., Hutt, J.E. & Howe, M.P.A. (eds.), *Atlas of Graptolite Type Specimens, Folio 1*. The Palaeontographical Society & BIGG, Berkshire, 1.26.
- Toro B.A. & Maletz J. (2018). Up-to-date overview of the Ordovician and Silurian graptolites from Bolivia. In: Suárez-Riglos, M., Dalenz Farjat, A. & Pérez Leyton, M.A. (eds.), *Fósiles y Facies de Bolivia*. Santa Cruz de la Sierra, 59-81.
- Turner J.C.M. (1960). Faunas graptolíticas de América del Sur. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 14 (1 2), 5 180.
- Zúñiga J.F. (1957). *Interin report on samples examined from Texas Petroleum Company, wildcat well Marañon 110-1, interval 9,444' 11,537' (TD)*. Memorandum P.M. 57-3, Paleontological Laboratory Talara, 4 p. (inédito).