

REVISIÓN DE LOS GRAPTOLITOS ORDOVÍCICOS DEL YACIMIENTO DEL ABRA DE YANACOCCHA, CORDILLERA DE CARABAYA, SURESTE DEL PERÚ

Juan Carlos Gutiérrez-Marco¹, César Chacaltana², Víctor Carlotto³ y Graciela N. Sarmiento⁴

¹ Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), Facultad CC. Geológicas, José Antonio Novais 2, 28040 Madrid (España) jcgrapto@geo.ucm.es; ² INGEMMET, Avda. Canadá 1470, Lima (Perú) cchacaltana@ingemmet.gob.pe; ³ idem. vcarlotto@ingemmet.gob.pe; ⁴ Dpto. Paleontología, Universidad Complutense de Madrid (España), gsarmien@geo.ucm.es

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La presencia de fósiles ordovícicos en la Cordillera de Carabaya se conoce desde antiguo, un hecho favorecido por el interés despertado tempranamente en la región por la minería del oro en rocas paleozoicas. Los primeros graptolitos fueron hallados por Balta (1897, 1898) en la quebrada de Huayna Taccuma y en Santo Domingo, donde cita *Diplograptus pristis* (His.), *D. palmeus* (Barrande) y *Monograptus Priodon* (Bronn). Poco después Newton (1901) menciona e ilustra *Diplograptus cf. truncatus* Lapw. procedente del río Macho, al sureste del área de Santo Domingo-Monte Bello, en pizarras atribuidas al Ordovícico Superior. En un sector situado al noroeste de los puntos precedentes, Lapworth (1917) anticipa el estudio de una colección de graptolitos recogidos por J.A. Douglas en Chaquimayo, durante la expedición financiada por W.E. Balston. La asociación la integran dichograptóideos (*Didymograptus*, *Phyllograptus*, *Loganograptus*, *Goniograptus*?), diplograptóideos (*Amplexograptus*) y glossograptinos (*Glossograptus*, *Cryptograptus*), y fue asignada cronológicamente a la biozona de *Didymograptus bifidus* del Llanvirn británico. Las colecciones originales de Newton (1900) y Douglas (en Lapworth, 1917) fueron revisadas por Bulman (1931), quien destaca el trabajo inédito proseguido en Chaquimayo por Ch. Lapworth, donde advierte la mezcla de asociaciones del Llanvirniense inferior, Llanvirniense superior y Llandeiliense, respectivamente. En el mismo trabajo, Bulman (1931) añade cuatro nuevas localidades con graptolitos ordovícicos en la Cordillera de Carabaya, que habían sido descubiertas entre 1904 y 1905 por la expedición del sueco Erland Nordenskiöld en las montañas y selvas del norte del lago Titicaca, y que se conservaban en el Museo de Historia Natural de Estocolmo (Suecia). El autor británico estableció cuatro asociaciones con graptolitos para el conjunto de localidades de Carabaya: la más antigua del Llanvirniense inferior (3 especies de Chaquimayo y dos de Puina), otra del Llanvirniense superior (13 especies del valle del Tambopata “entre Limpucuni e Itchubamba” (sic), Quiaca -entre Ichubamba y Locheta- y Chaquimayo), otra Llandeiliense (cuatro especies de Chaquimayo y Monte Bello) y una del Caradociense medio o superior (dos especies de Huichiyuni, cerca de Limpucuni y San Juan del Oro). Turner (1960) revisa nuevos ejemplares de Chaquimayo pertenecientes a la expedición Balston-Douglas, en colecciones aparecidas con posterioridad al trabajo de Bulman (1931), a los que agrega tres especies del Caradoc. También estudia un diplográptido de esta misma edad, etiquetado como “de Carabaya”, y encontrado en el Museo de Historia Natural de Londres (colección de W.H. Shockley).

La Cordillera de Carabaya continuó siendo estudiada en fechas posteriores con motivo de nuevos desarrollos mineros, tesis doctorales de geología regional y para la confección de la Carta Geológica del Perú a escala 1:100.000. Las aportaciones principales que mencionan yacimientos con graptolitos ordovícicos se deben a Laubacher (1974, 1978), De la Cruz y Carpio Ronquillo (1996), Martínez Valladares (1998), Brussa *et al.* (2007) y Maletz *et al.* (2010). En el primer estudio, Laubacher (1974) define la Formación San José, citando los yacimientos del paso de Yanacocha, en la carretera de Sandia a San Juan del Oro (Llanvirniense superior), y de la mina de Santo Domingo (Caradociense inferior), además de otros dos puntos con graptolitos del Llanvirniense superior en los valles de Limbani e Inambari. Las distintas colecciones fueron determinadas por los especialistas W.B.N. Berry, R. Suárez Soruco y S. Willefert. El mismo autor añade más tarde nuevos yacimientos de graptolitos llanvirnienses en el valle del río Quitún, entre Limbani y la mina de Santo Domingo (Laubacher, 1978). Por su parte, los trabajos cartográficos de los cuadrángulos de Sandia (Hoja 29-y: De la Cruz y Carpio Ronquillo, 1996), Limbani (Hoja 29-x: Monge Miguel y Zedano Cornejo, 1996) y Esquena (Hoja 28-x: Monge Miguel *et al.*, 1997) aportaron numerosos yacimientos nuevos de graptolitos distribuidos por toda la región, aunque concentrados en su mayor parte en los valles de los ríos Sandia

y Tambopata, donde se les atribuyó un rango Arenigiense superior-Llandeiliense superior. Sin embargo, el material fue identificado muy precariamente desde el punto de vista paleontológico, pese a que, en las memorias explicativas correspondientes a los citados mapas, se aportan numerosas ilustraciones en color de graptolitos ordovícicos, entre los que se aprecian importantes hallazgos de didymograptidos pendientes a extensiformes, tetragraptidos, sigmagraptidos multiramados y los primeros *Arienigraptus* (De la Cruz y Carpio Ronquillo, 1996, láminas 1 a 7). Los nueve yacimientos citados en el cuadrángulo de Sandia fueron retomados e incrementados con diez puntos más por Martínez Valladares (1998), quien había colaborado en el trabajo de campo desarrollado para el mapa citado, y aporta en su tesis un amplio listado de graptolitos acompañado por 17 fotografías, cuatro de ellas coincidentes con ejemplares ya ilustrados en la memoria explicativa precedente.

Los estudios bioestratigráficos modernos se inician con el trabajo de Spiske *et al.* (2006), quienes anticipan una lista taxonómica actualizada de los graptolitos darriwilienses de la Formación San José en el valle del río Sandia, con asociaciones comprendidas entre las biozonas de *Undulograptus austrodentatus* y de *Holmograptus lentus*, e ilustraciones de cuatro especies: *Aulograptus climacograptus* -sic- [en realidad *Didymograptus* gr. *murchisoni* (Beck)], *Isograptus* sp. [= *Arienigraptus zhejiangensis* Yu y Fang], *Anomalograptus?* sp. [= *Anomalograptus reliquus* (Clarke)] y *Tetragraptus harti* [= *Etagraptus harti* (Hall)]. El estudio detallado se publica más tarde (Maletz *et al.* (2010), e incluye una revisión completa de la mayoría de los yacimientos descubiertos por De la Cruz y Carpio Ronquillo (1996) y Martínez Valladares (1998) en el cauce de los ríos Sandia, Huari-Huari y Tambopata, así como en sus quebradas confluyentes (Lomayoc, Cheneresayoc, Azalaya, Lifón, etc.). Maletz *et al.* (2010) identificaron menos de una veintena de especies de los géneros *Didymograptus*, *Pseudotriconograptus*, *Tetragraptus*, *Aulograptus*, *Xiphograptus*, *Acrograptus*, *Etagraptus*, *Laxograptus*, *Holmograptus*, *Anomalograptus*, *Isograptus*, *Arienigraptus*, *Glossograptus*, *Cryptograptus*, *Undulograptus* y *Diplograptacea* indet. Todos sus yacimientos se distribuyen en la mitad superior de la Formación San José, donde reconocen distintas asociaciones de las biozonas de *Undulograptus austrodentatus*, *U. dentatus*, *Holmograptus lentus* y *Didymograptus murchisoni* del Darriwiliense (Ordovícico Medio), identificadas en varios casos por aproximaciones sucesivas y no por la presencia directa de sus especies nominales. El trabajo de Maletz *et al.* (2010) incluye también un interesante apartado paleontológico, donde se discuten e ilustran algunos taxones de gran relevancia bioestratigráfica y paleobiogeográfica; además de unos antecedentes donde se revisan los principales yacimientos de graptolitos ordovícicos del Perú, en especial las localidades clásicas de Ambo-Huánuco, Huácar, Contaya, Cochachinche, Quitari, Chaquimayo, etc. En este sentido, recuerdan que las muestras originales de Chaquimayo (Lapworth, 1917; Bulman, 1931), contienen asociaciones mezcladas de diferentes biozonas, entre las que Brussa *et al.* (2007) descubrieron algunos ejemplares de *Nemagraptus gracilis* (Hall). La extensión de este yacimiento hasta el Sandbiense (Ordovícico Superior) coincide, por tanto, con los datos anticipados por Turner (1960).

Como se desprende de esta relación de antecedentes, existen bastantes estudios relativos a los graptolitos ordovícicos de la Cordillera de Carabaya, descubiertos a partir de 1900, cuyas colecciones originales permanecen depositadas en museos extranjeros (Gran Bretaña, Suecia, Alemania, EEUU, Bolivia) e instituciones nacionales como INGEMMET. El acceso a las colecciones antiguas posibilita el avance de la investigación paleontológica, por permitir la actualización taxonómica y la revisión bioestratigráfica de muchos de los datos previos, a la luz de los nuevos conocimientos sobre la materia a nivel mundial. El presente trabajo incluye la revisión del yacimiento del Abra de Yanacocha, unos 5 km al sureste de San José (distrito de Masiapo, provincia de Sandia, Departamento de Puno). La localidad fue descubierta en 1965 y aparece mencionada por Laubacher (1974) a partir de las muestras originales de Mattauer, reencontradas en Rabat (Marruecos) y reestudiadas en España. Con ocasión de este artículo, los graptolitos de Yanacocha son repatriados definitivamente, quedando depositados en la colección paleontológica del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en Lima.

EL YACIMIENTO DEL ALTO DE YANACOCHA

En su trabajo seminal sobre el Paleozoico Inferior de la Cordillera Oriental peruana, Laubacher (1974) cita el descubrimiento de graptolitos, hecho en 1965 por M. Mattauer, “a 1 o 2 km” al oeste del abra de Yanacocha, en la carretera que une las poblaciones de San José (valle del río Sandia) con Yanahuaya/San Juan del Oro (valle del Tambopata). Sus propias pesquisas le llevaron a encontrar más ejemplares 1 km al oeste del mencionado paso de montaña, que el especialista norteamericano W.B.N.

Berry identificó como *Didymograptus stabilis* Elles y Wood y *Glossograptus* sp., de edad “Llanvirniense superior”, citados también en Laubacher (1978). La colección reunida por Mattauer había sido enviada por F. Mégard a la especialista francesa Solange Willefert (por entonces radicada en Rabat), quien la estudió someramente en 1968. Sus identificaciones fueron publicadas por Laubacher (1974, p. 35), y comprenden la siguiente asociación de graptolitos: *Didymograptus acutidens* Lapworth, *D. artus* Elles y Wood, *D. miserabilis* Bulman, *D. pandus* Bulman, ramas (estipes) de Dichograptidae indet., *Cryptograptus tricornis* var. *schäferi* Lapworth, *Glossograptus* sp. (?*G. hinksi* mut. *bispinatus* Bulman), *Amplexograptus* (*A. cf. confertus* (Lapw.) según Bulman, o bien *A. recurrens* Ruedemann), *Glyptograptus dentatus* (Brongniart) mut., *Lasiograptus* sp. cf. *L. (Nymphograptus) velatus* Elles y Wood, así como algunos braquiópodos quitinofosfáticos (Lingulidae) y craniáceos (cf. *Schizocrania* aff. *filosa* (Hall) según Bulman). El conjunto fue asignado por Willefert (en Laubacher, 1974) “a la parte inferior del Llanvirniense superior”, dentro de un rango correspondiente a “la zona con *Cryptograptus schäferi* con paso hacia arriba a la zona con *Glossograptus hinksi* y tal vez con paso hacia abajo a los *Transition beds* de O.M.B. Bulman (1931)”. A excepción de Laubacher (1978), nadie vuelve a hacer referencia al la localidad graptolítica del abra de Yanacocha, ni siquiera Mégard (1978), quien había mediado en el traslado de las muestras, según reza una etiqueta en la colección. En particular, esta ausencia de antecedentes resulta llamativa entre otros autores que desarrollaron estudios concienzudos entre el curso alto del río Tambopata y el río Sandía, cuyos valles conecta la carretera que discurre por el abra de Yanacocha. Únicamente De la Cruz y Carpio Ronquillo (1996) cartografían la localidad, sin referirse al yacimiento, como perteneciente al núcleo de un anticlinal desarrollado en la “Formación Purumpata” (Llanvirniense), al sur del cauce del río Yanacocha y del contacto con la Formación Sandía.

En el presente trabajo preferimos considerar a la unidad fosilífera (“Fm. Purumpata”;= “Fm. Yanahuaya” de Martínez Valladares, 1998) como un tramo mal definido de la Formación San José, aparentemente más arcilloso y de tonalidades más claras que la “Formación Iparo” (limolitas oscuras lajosas), que conforma los dos tercios inferiores de la única Formación San José. Los primeros resultados de Spiske *et al.* (2006) mostraron que, de acuerdo con la bioestratigrafía con graptolitos, entre los ya “miembros” Iparo y Purumpata no se apreciaban diferencias cronológicas significativas. La revisión detallada de Maletz *et al.* (2010) asignó al Darriwiliense todos los niveles con graptolitos localizados por los autores en los valles de Sandía y Purumpata, situando tentativamente el límite entre los “miembros” Iparo y Purumpata en la Biozona de *Holmograptus lentus* (ver su Fig. 3). Pero ello contradice a su propia Fig. 2, donde se indican yacimientos con *Didymograptus purchisoni* (posteriores a dicha biozona), ya dentro del “miembro Iparo”. Y en el texto revelan, además, que las dos localidades estudiadas dentro del “miembro Purumpata”, carecen de graptolitos significativos.

REVISIÓN DE LOS GRAPTOLITOS

En el presente trabajo se analiza la colección siglada como “*graptolithes du Pérou, coll. Mattauer*”, transmitida por la Dra. S. Willefert al primero de nosotros, en junio de 1993, con ocasión de su jubilación en el Servicio Geológico de Marruecos y días antes de reinstalarse en Francia. Consta de 30 piezas con numerosos graptolitos conservados en una pizarra arcillosa oscura, con clara lineación tectónica. Parte del material se presenta orientado por corrientes y, en general, muchos ejemplares resultan determinables pese al aplastamiento y a la deformación sufrida. Además de los graptolitos se observan restos de filocáridos (*Ivocaris?* sp.), raros braquiópodos craniáceos (*Schizocrania* sp.) y algunos moldes de conodontos, que representan el segundo hallazgo de estos microfósiles en el Ordovícico del Perú, tras la localidad de Carcel Puncco (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2008). Se trata de escasos elementos ramiformes bi- a cuatrirramosos, de cúspide proclina a reclinada, asignables a *Baltoniodus* cf. *medius* (Dzik, 1976).

La revisión taxonómica de los graptolitos revela una asociación algo menos diversificada que la presentada por Willefert (en Laubacher, 1974) para el mismo material y yacimiento. Predominan numéricamente los glossograptinos *Cryptograptus schäferi* Lapworth, 1880 y *Glossograptus hinksi* (Hopkinson, 1872), ambos con rabsomas biseriales monopleurales (Fig. 1, 1-4). Les siguen en abundancia los diplogrptoideos *Pseudamplexograptus latus* (Bulman, 1931) y *Hustedograptus bulmani* Mitchell *et al.*, 2008 (Fig. 1, 5-6). En proporción mucho menor, se cuentan también formas pendientes y declinadas de dichogrptoideos. El género *Didymograptus* se halla representado por dos especies, cuya mala conservación impide adscribirlas a los subgéneros *Didymograptus* (con teca 1¹

dicálica) o *Jenkinsograptus* (con teca 1² dicálica, y origen bajo de la teca 1¹ en la metasícula): Fig. 1, 7-11. La primera de ellas (*Didymograptus* sp. 1) tiene estipes delgadas de anchura uniforme, y se asemeja a *D. "stabilis"* Elles & Wood, 1901, *D. miserabilis* Bulman, 1931 o *D. pandus* Bulman, 1931; en tanto que la segunda (*Didymograptus* sp. 2), con incremento gradual rápido en la anchura de los estipes, recuerda a *D. (D.) artus* Elles & Wood, 1901 o a variadas formas de *D. (Jenkinsograptus)* spp. Como el material tipo de parte de las formas citadas acredita problemas taxonómicos, y los ejemplares peruanos están además deformados, optamos por identificarlo en nomenclatura abierta. Por último, los escasos ejemplares atribuidos a *Acrograptus* sp. incluyen numerosos fragmentos de estipes y una sola parte proximal, muy similar a la de *A. affinis* (Nicholson, 1989); si bien la falta de la abertura de la sícula y la deformación general sufrida por el ejemplar, impiden confirmar la relación.

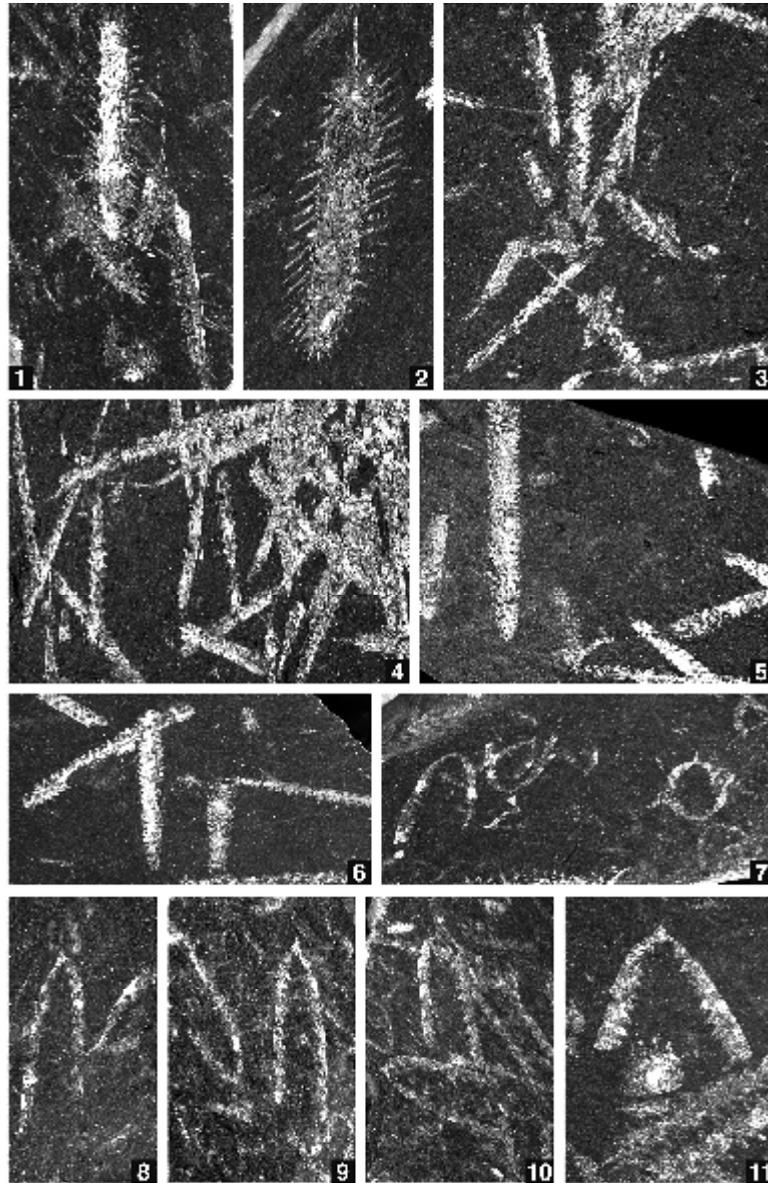


Figura 1. Algunos graptolitos del yacimiento de Yanacocha. Darriwiliense medio, Formación San José. 1-2, *Glossograptus hincksii* (Hopkinson) en vista escalariforme (1, x 1,7) y biperfil lateral (2, x3); 3-4, *Cryptograptus schaeferi* Lapworth (ambas x 2,1); 5-6, *Pseudamplexograptus latus* (Bulman) y *Hustedograptus bulmani* Mitchell, Brussa y Maletz (oblicuos a los principales), x 2,1 y x 1,7, respectivamente; 7, *Didymograptus* sp. 1 (izquierda) y *Didymograptus* sp. 2 (colonia juvenil a la derecha), x 1,8; 8-10, *Didymograptus* sp. 1 (x 2,5, x 2,7 y x 2,3, respectivamente); 11, *Didymograptus* sp. 2 (x 4,6).

Desde el punto de vista bioestratigráfico, el yacimiento se asigna con seguridad al Darriwiliense medio (Dw2; Ordovícico Medio), en horizontes previos a la biozonas de *Didymograptus purchisoni* de graptolitos y de *Pygodus serra* de conodontos. Junto con la destacada ausencia de las formas nominales de ambas biozonas, la edad la precisa el hallazgo de *Hustedograptus bulmani*, cuyo registro en Escandinavia, Gran Bretaña y Bolivia abarca las biozonas de *Holmograptus lentus* y *Nichosolnograptus fasciculatus* de graptolitos (Mitchell *et al.*, 2008), correlacionables con la Biozona de *Didymograptus artus*. El conodonto *Baltoniodus medius*, probablemente presente en Yanacocha, se distribuye también en las biozonas de *Lenodus variabilis*, *Yangtzeplacognathus crassus* y *Eoplacognathus pseudoplanus* del área báltica, dentro de un rango concordante con el indicado por los graptolitos.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Solange Willefert (Ham, Francia) por la cesión del material estudiado; a Carlos Alonso y a Esther Martínez (Madrid), por las ilustraciones fotográficas. Este trabajo es una contribución al proyecto CGL2009-09583/BTE, del Ministerio de Economía y Competitividad español.

REFERENCIAS

- Balta, J. 1897. Fósiles de Carabaya. *Boletín de Minas, Industria y Construcciones*, 13 (9), 69-70
- Balta, J. 1898. Más fósiles de Carabaya. *Boletín de Minas, Industria y Construcciones*, 14 (3), 19-21.
- Brussa, E., Maletz, J., Mitchell, C.E. y Goldman, D. 2007. *Nemagraptus gracilis* (J. Hall) from Bolivia and Peru. *Acta Palaeontologica Sinica*, 46 (suppl.), 57-63.
- Bulman, O.M.B. 1931. South American graptolites with special reference to the Nordenskjöld Collection. *Arkiv för Zoologi*, 22A (3), 1-111.
- De la Cruz B., N. y Carpio Ronquillo, M. 1996. Geología de los Cuadrángulos de Sandia y San Ignacio. *Boletín de INGEMMET, Serie A*, 82, 1-125.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Albanesi, G.L., Sarmiento, G.N. y Carlotto, V. 2008. An Early Ordovician (Floian) conodont fauna from the Eastern Cordillera of Peru (Central Andean Basin). *Geologica Acta*, 6 (2), 147-160.
- Lapworth, C. 1917. Balston Expedition to Peru: Report on graptolites collected by Captain J.A. Douglas, R.E., F.G.S. *Geological Magazine*, 54, 92-93.
- Laubacher, G. 1974. Le Paléozoïque inférieur de la Cordillère orientale du sud-est du Pérou. *Cahiers ORSTOM, série Géologique*, 6 (1), 29-40.
- 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 pág.
- Maletz, J., Reimann, C., Spiske, M., Bahlburg, H. y Brussa, E.D. 2010. Darriwilian (Middle Ordovician) graptolite faunas of the Sandia Region, southern Peru. *Geological Magazine*, 45 (4), 397-411.
- Martínez Valladares, W. 1998. *El Paleozoico Inferior en el sur del Perú: estratigrafía, cronoestratigrafía, petrografía y aspectos sedimentológicos –región de Sandia*. Tesis Ingeniero Geólogo, Universidad Mayor de San Marcos, Lima, 232 pág.
- Martínez Valladares, W. y Monge Miguel, R. 2000. Estratigrafía del Paleozoico en la Cordillera Oriental al sureste del Perú, frontera Perú-Bolivia. X Congreso Peruano de Geología, Lima, *Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial* 2, 38 (resumen), y CD-ROM adjunto, n° GR36a, 16 pág. (artículo completo).
- Mégard, F. 1978. Etude géologique des Andes du Pérou Central. Contribution à l'étude géologique des Andes n° 1. *Mémoires de l'ORSTOM*, 86, 1-310.
- Mitchell, C.E., Brussa, E.D. y Maletz, J. 2008. A mixed isograptid-didymograptid graptolite assemblage from the Middle Ordovician of west Gondwana (NW Bolivia): implications for graptolite paleoecology. *Journal of Paleontology*, 82 (6), 1114-1126.
- Monge Miguel, R.W. y Zedano Cornejo, J. 1996. Geología del cuadrángulo de Limbani. *Boletín de INGEMMET, Serie A*, 84, 1-179.
- Monge Miguel, R., López Avilés, J.C., Boulangger R., E. y Carpio Ronquillo, M. 1997. Geología de los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata. *Boletín de INGEMMET, Serie A*, 91, 1-124.
- Newton, E.T. 1901. Note on graptolites from Peru. *Geological Magazine* [4], 8 (5), 195-197.
- Spiske, M., Reimann, C., Bahlburg, H. y Carlotto, V. 2006. Sedimentology and facies analysis of the Ordovician San José and Sandia formations in the Sandia region, Eastern Cordillera of southern Peru. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 101, 121-138.
- Turner, J.C.M. 1960. Faunas graptolíticas de América del Sur. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 14 (1-2), 5-180.