

# GRAPTOLITOS DEL ORDOVÍCICO Y GEOLOGÍA DE LOS AFLORAMIENTOS DEL RÍO VENADO (NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA)

Mario Moreno Sánchez<sup>1,2</sup> ; Arley de Jesus Gómez Cruz<sup>1,3</sup>; Hardany Castillo González<sup>1,4</sup>

## RESUMEN

Una fauna fósil de graptolitos compuesta principalmente por *Phyllograptus* (s.l.) ssp. Fue recolectada de las secuencias del Río Venado. Los restos encontrados en Shales grises sugieren un rango de edad Floiano-Darriwiliano. Como es sugerido por las similitudes faunísticas de las secuencias de Paleozoico Temprano de Colombia, estas fueron acumuladas sobre un margen pasivo que estuvo conectado con las plataformas peruanas, bolivianas y argentinas. Adicionalmente, según los nuevos datos presentados, la nomenclatura estratigráfica usada para el Paleozoico Inferior del río Venado deberá ser enmendada.

**Palabras clave:** Graptolitos, *Phyllograptus*, *Pseudophyllograptus*, Ordovícico, Formación Venado.

## EARLY ORDOVICIAN GRAPTOLITE AND GEOLOGY OF THE OUTCROPS OF VENADO RIVER (HUILA REGION)

### ABSTRACT

A graptolite faunal, composed dominantly by the genus *Phyllograptus* (s.l.) ssp., was recovered from the Venado River sequences. The remains, found in grey shales, suggest a Floian-Darriwilian age. As it is suggested by faunal similarities, Early Paleozoic sequences of Colombia were deposited on a passive margin that was connected with Peruvian, Bolivian and Argentinean platform. Furthermore, on the basis of these new data, it is found that stratigraphy nomenclature currently used for the Early Paleozoic series of the Venado River has to be emended.

**Keywords:** Graptolite, *Phyllograptus*, *Pseudophyllograptus*, Ordovician, Venado Formation.

## INTRODUCCIÓN

Se presenta aquí un estudio preliminar de la geología y paleontología de las sedimentitas ordovícicas que afloran en el cauce del Río Venado (FIGURA 1), en la sección donde Villarroel *et al.* (1997) establecen la Formación Venado. Según Villarroel *et al.* (*opus cit*) las sedimentitas expuestas en el Río Venado pueden dividirse en tres unidades superpuestas, la intermedia es denominada Formación Venado y las otras dos son llamadas “Unidad Infrayacente” y “Unidad Suprayacente”. La secuencia aflorante en el Río Venado es clave para entender la posible continuidad de las sedimentación ordovícica entre el sector al oriente de las fallas marginales de la Cordillera Oriental y la región Andina.

Solo se conocen unos pocos afloramientos de rocas sedimentarias fosilíferas del Paleozoico Temprano en la Cordillera Oriental, por el contrario, al oriente de los Andes las sedimentitas de este rango son ampliamente reconocidos tanto en el subsuelo como en afloramientos (Baldis *et al.*, 1984; Bridger, 1982; Dueñas, 2001; Ulloa *et al.*, 1982). Entre las litologías más comunes del Paleozoico en la región del Valle Superior del Magdalena y el Macizo de Garzón sobresalen las facies carbonatadas del Carbonífero Tardío. El Devoniano está prácticamente ausente.

La unidad denominada “Lodolitas y Calizas del Granadillo”, expuesta en diversos sectores al suroeste de Tarqui y al este de Pitalito ha sido correlacionada con La Formación El Hígado del Ordovícico (Velandia *et al.*, 2001), sin embargo

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Geológicas. Universidad de Caldas. A.A. 275. Manizales.

<sup>2</sup>msanchez.mario@gmail.com, <sup>3</sup>arleygomezc@yahoo.com, <sup>4</sup>hardany@hotmail.com

los autores de esta nota encontraron calizas con *Productus* y otros braquiópodos cerca de la vereda Chillurco lo que sugiere una edad Carbonífera Tardía.

En solo unas pocas localidades de Colombia se conocen rocas sedimentarias fosilíferas del Paleozoico Temprano: en la región de la Cristalina en Antioquia, en cercanías de Tarqui al sur del Departamento del Huila, en el río La Cueva y en el Río Venado al norte del Departamento del Huila. La secuencia sedimentaria más occidental del sistema Ordovícico en Colombia es la de lutitas y arenitas expuestas cerca de la antigua estación de tren en La Cristalina al occidente de Puerto Berrío, Antioquia (Harrison, 1930). En este lugar se reportaron graptolitos Arenigianos entre los que se incluyen *Didymograptus extensus*, *D. nitidus*, *D. gibberulus* y *D. hirundo* (en Julivert, 1968).

En el costado occidental del Valle del Magdalena en lutitas negras de la Formación El Hígado, cerca de Tarqui en el Huila, Mojica *et al.* (1988a) reportan los graptolitos *Didymograptus murchisoni*, *Didymograptus* aff., *D. artus*, *Glyptograptus* sp., *Cryptograptus* cf., *C. tricornis*, *Hallograptus* cf. *H. bimucronatus*. Según estos graptolitos la edad sugerida para la Formación El Hígado estaría en el Darwilliano (equivalente grosso modo al antiguo Llanvirniano-Llandeiliano de la nomenclatura Británica).

En parte inferior de la sección de la quebrada El Hígado Gutiérrez-Marco *et al.* (2007) reconocen por primera vez para Colombia conodontos Ordovícicos, entre ellos se destacan formas del Tremadociense como *Aodus deltatus* Lindström, *?Paltodus deltifer* (Lindström), *Paroistodus numarcuatus* (Lindström), y *Cordylodus* sp.; taxa en el rango de las biozonas *Paltodus deltifer* y *Paroistodus proteus*. Gutiérrez-Marco *et al.* (opus cit.) reportan también *Scolapodus striatus* (= *S. rex* Lindström), y *Protopanderodus rectus* (Lindström) del Floiano a Darwilliano bajo. El Floiano y el Dapingiano (el “Tercer Estado”) se reconocen con la presencia de *Paroistodus* cf. *parallelus* (Pander) y *Semiacontiodus* cf. *cornuformis* (Sergeeva) *sensu* Löfgren. La asociación más joven representada contiene *Costiconus iniquus* (Viira), *? Costiconus* cf. *ethingtoni* (Fahraeus), *Drepanodus robustus* Hadding, *Drepanoistodus* cf. *tablepointensis* Stouge, y *Parapaltodus simplicissimus* Stouge. El rango corresponde con las biozonas de *Lenodus variabilis* y *Eoplacognathus suecicus* del Darwilliano (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2007). Los conodontos fueron recolectados de un solo nivel calcáreo en los primeros 20 metros de la Formación El Hígado. Gutiérrez-Marco *et al.* (opus cit.) deduce que el retrabajamiento en la cuenca mezcló formas más antiguas (Tremadocianas) con asociaciones posiblemente coetáneas con la sedimentación (Darriwillianas).

Las exposiciones más extensas del Cámbrico y el Ordovícico de la Cordillera Oriental son las reportadas por Trumphy

(1943) en el paso de la Uribe (*Uribe Trail*), entre la Quebrada Agua Bonita (noroeste de la Uribe, Meta) y en el Río Ambicá al sur de la Población de Colombia (norte del departamento del Huila). En la quebrada Agua Bonita (afluente del río Duda) se reportan cantos rodados con el trilobite *Plethopeltis* (?) aff. *Bathyurus orbignianus* (Trumphy, 1943) de edad Cámbrico Tardío. En los shales que afloran a lo largo del Río La Cueva (afluente del Río Ambicá) Kay reporta el graptolito *Didymograptus murchisoni* de edad Llanvirniense (Trumphy, 1943). Sin embargo, según graptolitos mencionados por Trumphy (1943) y Harrington y Kay (1951) e ilustrados en Turner (1960), Gutiérrez-Marco *et al.* (2006) sugieren una edad no más reciente que el Arenigiano.

En el Río Venado, entre las Veredas el Balso y el Totumo, en shales de las denominadas por Ulloa y Rodríguez Series de Aguablanca (en Velandia *et al.*, 2001), se reportó la presencia de un graptolito que Villarroel *et al.* (1997) asignan a *Didymograptus* comparándola con *D. artus*. Según esta atribución, y sin considerar el mal estado de los especímenes, se sugiere una edad Llanvirniense para esta secuencia la que Villarroel *et al.* (1997) denominaron Formación Venado. Gutiérrez-Marco (2006) sugiere que *Didymograptus artus* es seguramente *Acrograptus filiformis* Tullberg, una especie bien representada en el Arenigiano de Argentina y Bolivia. Si este dato se confirma, La Formación Venado sería Floiano medio-alto (Arenigiano Inferior).

Según Villarroel *et al.* (1997) la Formación Venado está constituida por una sucesión monótona de lodolitas con intercalaciones de areniscas, donde las lodolitas son más espesas que las areniscas. El espesor de esta unidad es según Villarroel *et al.*, (1997) cercano a los 670 metros. Sin embargo los espesores calculados por Villarroel *et al.* (opus cit.) deberían ser recalculados dado que se basan en la premisa de un apilamiento estratigráfico sencillo sin complicaciones estructurales.

En la actualidad la Formación Venado es objeto de estudio por parte de los autores como parte de un proyecto regional que implica las unidades Paleozoicas de la región Andina. Con esto se pretende aportar nuevos datos que contribuyen demarcar el rango estratigráfico y tectónico de las sedimentitas del Paleozoico Temprano.

## FAUNA Y EDAD DE LAS SEDIMENTITAS DEL RÍO VENADO

Pese a la exhaustiva búsqueda solo fue posible identificar dos localidades fosilíferas:

La primera (señalada como localidad fosilífera A en la FIGURA 1) aportó el mayor número de especímenes. En este lugar dominan los estratos lutíticos grises laminados con escasos restos de graptolitos. Los especímenes, conservados como una película carbonosa, se disponen paralelamente con la laminación.

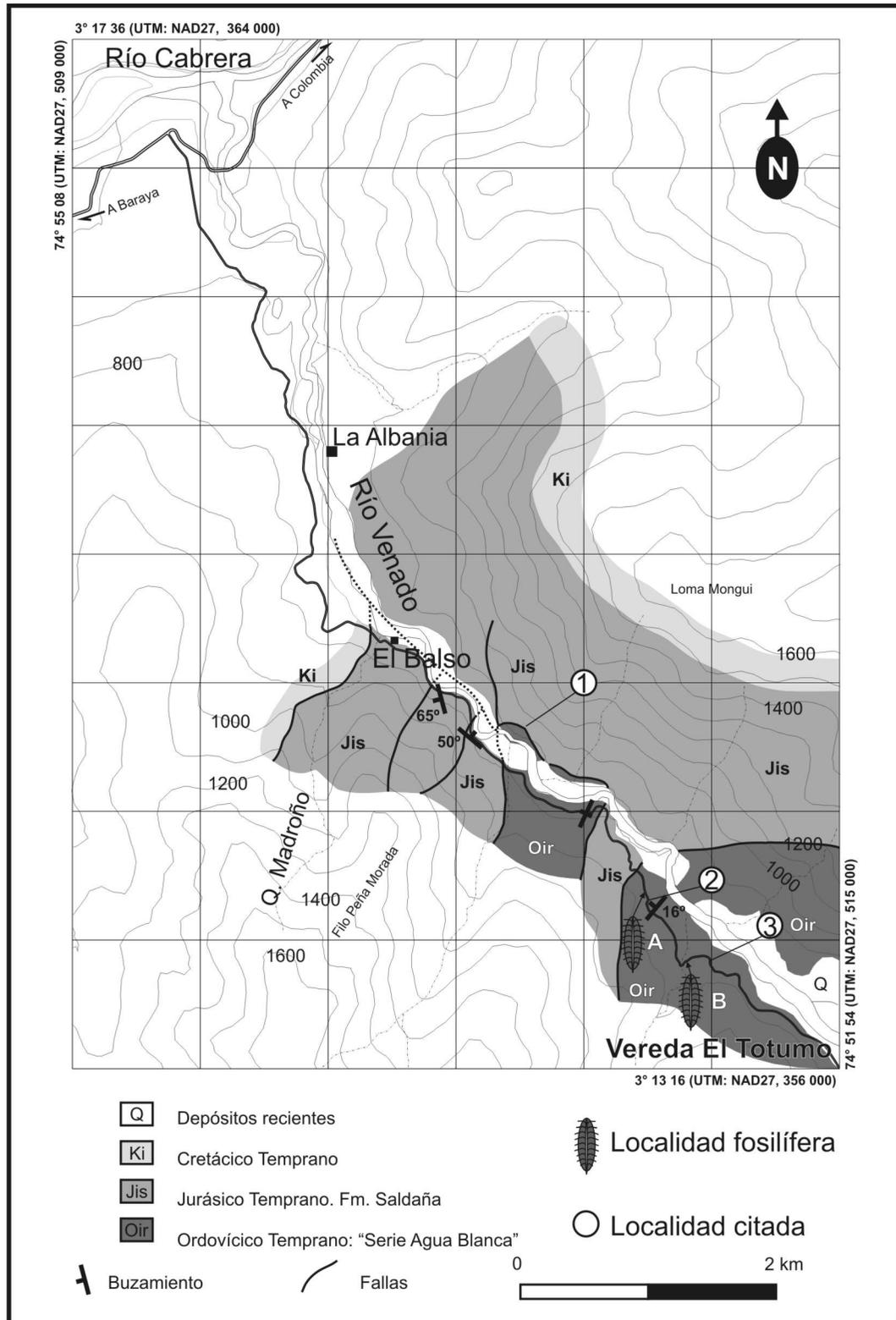


FIGURA 1. Mapa preliminar de las localidades fosilíferas del Río Venado.

Entre las formas más frecuentes se reconocen graptolitos dicograptoides de cuatro estipas ascendentes del género *Phyllograptus* (sensu lato). También se encontraron graptolitos multirramos muy finos con mala preservación. Los especímenes generalmente aparecen aislados pero ocasionalmente se encuentran agrupaciones de 5 o más colonias. La búsqueda de fósiles en los niveles lutíticos y arenitas no dio resultado, en cambio los mejores resultados se obtuvieron cuando los niveles lutíticos estaban libres de intercalaciones de arenitas.

Los especímenes presentan algunos de los caracteres del género *Phyllograptus* como ser del tipo cuadriserial (sección Tetragrapti) con cuatro estipas escandentes de segundo orden, y teca simple de forma suavemente curvada (Bulman, 1970). Sin embargo el género *Phyllograptus* presenta un aspecto similar al del género *Pseudophyllograptus* Cooper y Fortey, y solo con la presencia de algunos detalles anatómicos tales como la presencia de virguella sería posible identificar el género. Entre los especímenes se reconocen formas donde se insinúa una posible virguella (e.g. ejemplar Lp-Graptl-006) propia de *Phyllograptus* sensu stricto, lo que podría sugerir la presencia de especies tales como *P. anna* o *P. typus* (comunicación escrita Gutiérrez-Marco, J. C.). De acuerdo a esto la sucesión podría estar entre el Piso Floiano (ver Bergström et al., 2006) y Darriwiliano dado que los tipos “Phyllograptoides” se extinguen justo antes de la biozona de *Nemagraptus gracilis* (comunicación escrita Gutiérrez-Marco, J. C.). Los pisos Floiano y Darriwiliano fueron aprobados en comisión del ISS (*Internacional Commission on Stratigraphy*) y la IUGS (*International Union of Geological Sciences*). El piso Floiano equivale aproximadamente a la parte baja del Arenigiense de la nomenclatura británica (ver Paškevičius, 2007). La parte alta del Arenigiense correspondería con el piso Dapingiano.

Los especímenes ilustrados (FIGURAS 2 y 3) provienen de la localidad A (ver FIGURA 1). Todos ellos se identificaron como pertenecientes al género *Phyllograptus* (s.l.): Lp-Graptl-002, Lp-Graptl-002, Lp-Graptl-003, Lp-Graptl-004, Lp-Graptl-005, Lp-Graptl-007, Lp-Graptl-008, Lp-Graptl-009, y Lp-Graptl-011. El graptolito Lp-Graptl-006, (contraparte Lp-Graptl-008)

Los graptolitos Lp-Graptl-016 (contraparte Lp-Graptl-018), y Lp-Graptl-019 no fueron identificados. No todas las formas son iguales y entre ellas se podrían incluir varias especies de *Phyllograptus* (s.l.). La forma Lp-Graptl-018 representa una colonia “phyllograptode” no identificada. Lp-Graptl-019 es el fragmento de un radosoma de graptolitos no determinado encontrado en el mismo nivel de *Phyllograptus* (s.l.) spp.

Lp-Graptl-cantera-01 es el fragmento de un radosoma de graptolito hallado en lodolitas de un afloramiento que ha servido de fuente de materiales para relleno de la carretera

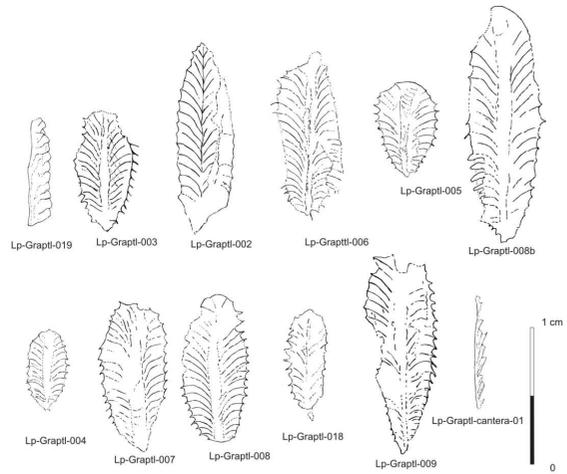


FIGURA 2. Dibujos en cámara lúcida de algunos ejemplares de graptolitos del Río Venado.

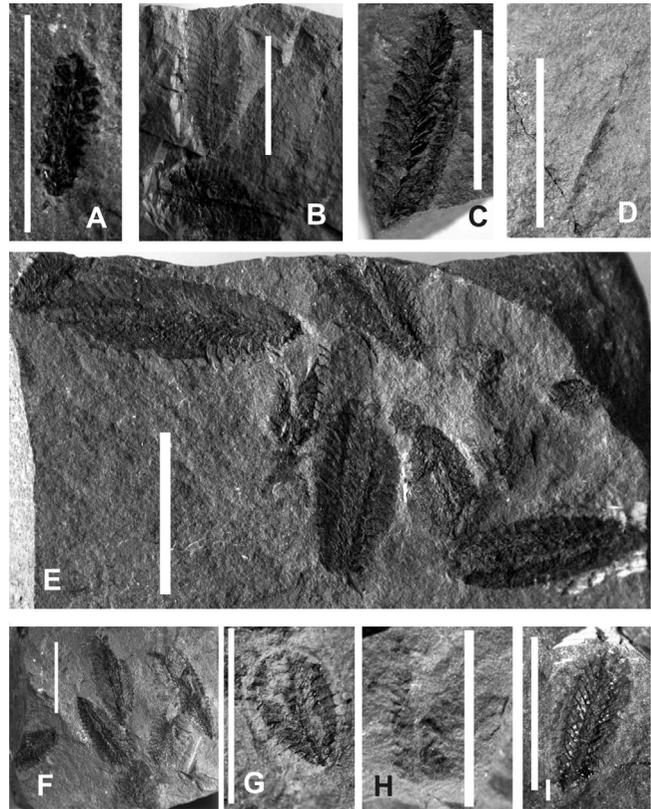


FIGURA 3. *Phyllograptus* ssp. y otros graptolitos del Río Venado. A, graptolito desconocido Lp-Graptl-016; B, Lp-Graptl-001 *Phyllograptus* sp.; C, Lp-Graptl-001 *Phyllograptus* sp.; D, Graptolito no identificado Lp-Graptl-cantera-01; E, Conjunto de graptolitos en la muestra Lp-Graptl-008 *Phyllograptus* spp.; F, conjunto de graptolitos *Phyllograptus* sp. en la muestra Lp-Graptl-009; G, Lp-Graptl-005 *Phyllograptus* sp.; H, Graptolito no identificado Lp-Graptl-019; I, Lp-Graptl-016 *Phyllograptus* sp. La barra representa 1 cm.

(localidad B). *Phyllograptus* y *Pseudophyllograptus* son géneros de distribución mundial y conocido en los lechos del Ordovícico Temprano y Medio de Suramérica (ej. Chacaltana et al., 2006; Laubacher, 1974; ej. Ortega et al., 2007).

En general los graptolitos hallados en las secuencias del Río Venado representan formas planctónicas cosmopolitas. Los restos de graptolitos se hayan en los sectores donde el tipo de sedimento fue predominantemente lodoso, acumulado por asentamiento vertical de lodo fuera del alcance de la acción de olas y tormentas. Pese a la exhaustiva búsqueda no se encontraron graptolitos en los niveles lutíticos con intercalaciones de arenitas (Formación Venado en sentido estricto). Sin embargo Villarroel *et al.* (1997) sostienen que *Didymograptus cf. D. Artus* fue encontrado en niveles de la Formación Venado.

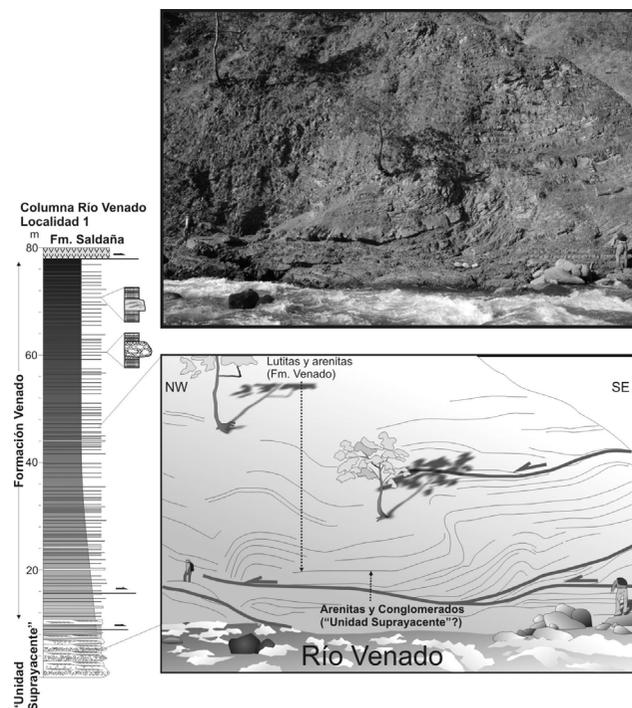
## CONSIDERACIONES ESTRATIGRÁFICAS Y ESTRUCTURALES

Una revisión de las estructuras geológicas en el sector del Río Venado demuestra que la tectónica no es simple, y parece ser del tipo Duplex con superficies de despegue y cabalgamientos. Para ilustrar esto se presentaran tres localidades:

1. Localidad 1 (FIGURA 4). Afloramiento en el cauce del Río Venado, a un kilómetro de la vereda el Balso. En este afloramiento se puede ver una secuencia constituida en la base por arenitas y conglomerados que hacia arriba pasan a lodolitas con intercalaciones de arenitas. Los estratos se inclinan suavemente hacia el noreste, aunque localmente las estructuras se complican por el plegamiento. El espesor expuesto de esta secuencia se estimó entre 40 y 90 metros. En la parte basal de esta sección, tal como se ve expuesta en el lecho del río, afloran arenitas grises y conglomerados con guijos de cuarzo y rocas metamórficas. Esta litología se ajusta a lo que Villarroel *et al.* (1997) denominaron “Unidad Suprayacente”. La secuencia se hace mas lodosa hacia el techo (FUS) aunque presenta ocasionales intercalaciones centimétricas de conglomerados de guijos con soporte de matriz arenosa. En los conglomerados también son frecuentes guijos de arenitas y lutitas que sugieren erosión en las partes someras de la cuenca (durante caídas del nivel del mar?). Las lodolitas micáceas de color gris oscuro, presentan como estructuras internas laminación ondulada ascendente. Esta litología se ajusta a lo que Villarroel *et al.* (1997) denominaron “Formación Venado”. Uno de los aspectos mas notables de este afloramiento es la presencia de fallas de despegue y pliegues recumbentes que sugieren transporte tectónico hacia el noroeste (FIGURA 4). Al contrario de lo sugerido por Villarroel et al. (*opus cit*), el contacto de las sedimentitas Paleozoicas con la vulcanitas de la Formación Saldaña es fallado. La

falla, de disposición subhorizontal, es visible hacia la parte alta de la Formación Venado, de esta manera se considera que la secuencia en este lugar ha sido decapitada tectónicamente. La revisión de la polaridad estratigráfica confirmó que el conjunto sedimentario está en disposición normal, de esta manera nuestros datos son incongruentes con los de Villarroel *et al.* (1997)

- Localidad 2 (FIGURA 5). Afloramiento sobre la carretera que conduce a la vereda el Totumo. En este lugar afloran lodolitas y arenitas que en el sentido de Villarroel *et al.* (*opus cit*) pertenecen a la Formación Venado. Muy cerca de acá se sitúa la localidad fosilífera A (FIGURA 4). En este afloramiento es fácil de detectar varias fallas subhorizontales que se anastomosan y separan pequeños bloques de apariencia lenticular. En algunos lugares las superficies de las fallas son difíciles de identificar ya que son paralelas a los planos de estratificación. El sentido de transporte tectónico aparenta ser al noroeste.
- Localidad 3 (FIGURA 5). Falla con buzamiento hacia el norte. Se asocia con un pliegue con plano axial inclinado hacia el cuadrante opuesto.



**FIGURA 4.** Columna y afloramiento en la localidad 1 en el Río Venado. En este afloramiento se observa el paso gradual de arenitas y conglomerados con las lodolitas de la “Formación Venado”. los estratos son rotos por fallas de despegue que generan pliegues con vergencia al noroeste.

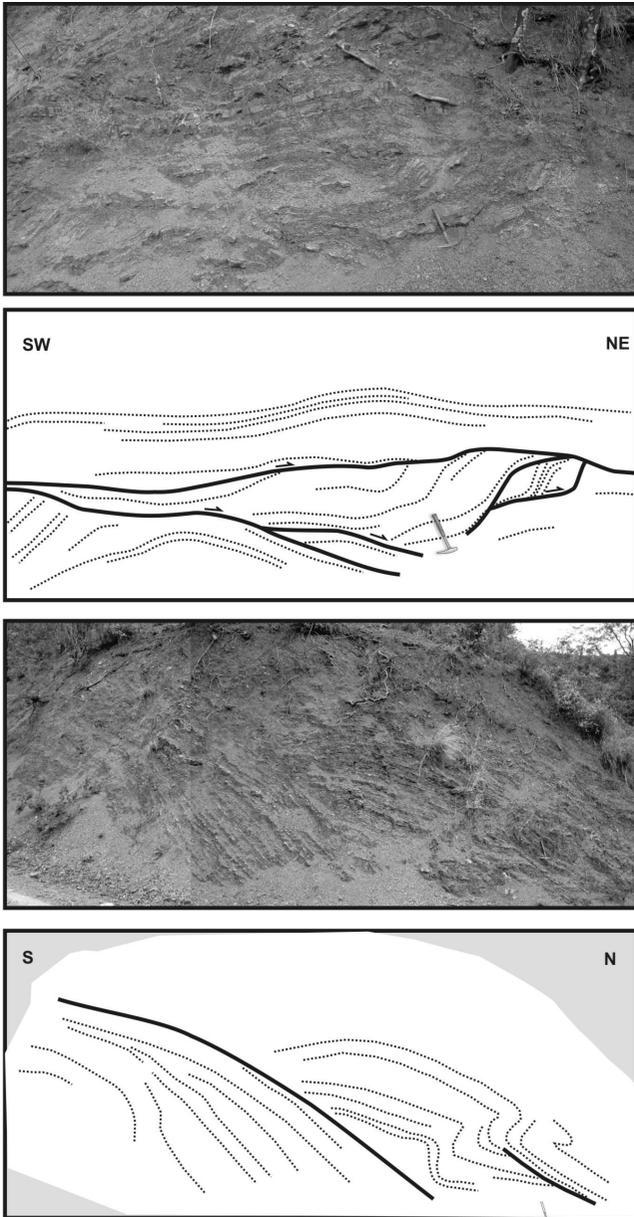


FIGURA 5. Fotos y esquemas de los afloramientos en las Localidades 2 (arriba) y 3 (abajo). Aspecto de las fallas en afloramiento.

## CONSIDERACIONES PALEOGEOGRÁFICAS

La semejanza entre las faunas del Cámbrico Medio y el Ordovícico Temprano de Colombia y Argentina ya había sido reconocida por Harrington (1938). En el reporte de los fósiles recolectados por Renz en el paso de la Uribe (*Uribe Trail*), en la quebrada Agua Bonita y la Macarena, Harrington y Kay (1951) incluyen trilobites comunes con el norte de Argentina como *Ehmania*, *Kainella* y *Geragnostus*. Baldis *et al.* (Baldis et al., 1984) reportan trilobites olenidos Tremadocianos del género *Jujuyaspis* en la perforación La Heliera en los Llanos de Colombia.

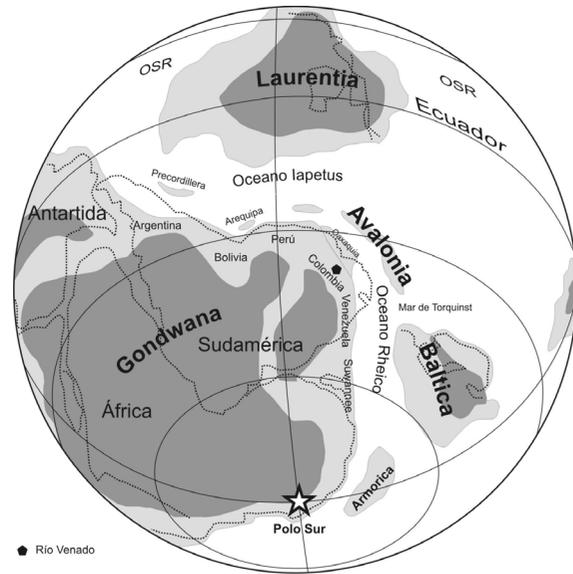


FIGURA 6. Mapa paleogeográfico del Ordovícico Temprano donde se señalan las principales cuencas pericratónicas de Suramérica y la localidad del Río Venado (pentágono negro). OSR: Dominio de mar abierto (Open sea Realm). Con color gris oscuro se representan las áreas emergidas, en gris claro las plataformas sumergidas, y en blanco las áreas oceánicas profundas. Las líneas punteadas perfilan algunas de las líneas de costa actuales de los continentes. Esquema paleogeográfico elaborado a partir de varias fuentes (referidas en el texto).

Estas capas portadoras de *Jujuyaspis* y situadas cerca del límite Cámbrico-Ordovícico fueron correlacionadas por Baldis et al. (Baldis et al., 1984) con la Zona de *Parabolina argentina*. Es de anotar que *J. keidelli* ocurre en Argentina, Bolivia, Colombia y Noruega. *Parabolina argentina* (sinónimo de *Olenus argentinus*) ha sido reportada en la región del Baúl en Venezuela lo mismo que en Bolivia y Argentina (Frederickson, 1958), lo que sugiere la continuidad de la plataforma marina de Suramérica desde Venezuela hasta Mendoza en Argentina.

Frederickson (1958) incluye la fauna de trilobites olenidos de Suramérica en la llamada provincia Atlántica o Acado-Báltica (Dinamarca, Noruega, Suecia, Gran Bretaña, Terranova, Nueva Escocia, México, Norte de África y China). Por otro lado, Shergold (2003) usando también trilobites propone cuatro provincias biogeográficas para la transición Cámbrico-Ordovícica: Báltica, Norte de China, Sudeste de China y Norteamérica. Las faunas de la plataforma suramericana se consideran dentro de la provincia Báltica, donde se incluye a Gales, el norte de Europa (desde Polonia hasta Escandinavia), centro de México (Oaxaquia) y este de América del Norte (que en esta época aun no formaba parte del núcleo de Laurentia). La provincia Báltica coincide con la zona de aguas frías del océano Iapetus situado entre el noroeste de Gondwana y sur Laurentia (FIGURA 6).

La distribución mundial de graptolitos durante el Ordovícico Temprano y Medio estuvo controlada por los cinturones climáticos latitudinales y la profundidad de la zona pelágica (ej. Bulman, 1964). Las faunas de graptolitos de Argentina quedarían incluidas en la región Pacífica junto con Australia, Nueva Zelanda, China, Asia Media, Taiwán, Kazakhstania, América del Norte, sur de Irlanda, sudoeste de Escandinavia y oeste y centro de Noruega. La región Pacífica estaría en bajas latitudes en el dominio de aguas cálidas. Un poco más al sur, Bolivia y Perú conformarían la región Europea o Atlántica junto con Gales, Inglaterra, sur y oeste de Irlanda, Europa continental, norte de África. Tomando en cuenta que la posición de Suramérica durante el Ordovícico Temprano estaría suavemente invertida (latitudinalmente), Colombia y Venezuela se hallarían en el dominio de las aguas más frías de la región Atlántica (ver Whittington and Hughes, 1972).

Durante el Ordovícico Temprano el polo sur se situó al norte de África (Torsvik and Cocks, 2004), Laurentia (núcleo norteamericano) permaneció en la zona ecuatorial pero cercana al norte de Gondwana occidental tal como sugieren las faunas de la región Famatiniana de Argentina (FIGURA 6).

Avalonia, un micro continente compuesto por Bélgica, Gales, Alemania, Sur de Inglaterra, y partes del este de Norte América que incluyen el terreno Carolina y “Avalonia Occidental” (*sensu* Ingle et al., 2003) permaneció en el dominio de aguas frías peri-gondwánicas tal como lo soportan los datos palinológicos (Owens and Servais, 2007). Estudios de endemismo basado en conodontos aporta conclusiones similares: las provincias Laurentiana, Australiana, y Norte de China estaban en el Dominio Tropical; el Sur de China y la Precordillera Argentina en el Dominio Templado; y la Provincia Balto-Escandinava en el Dominio Frío. El Dominio de Mar Abierto (*Open-Sea Realm*: OSR) es caracterizado por taxa cosmopolitas, sin embargo aun no se sugieren subdivisiones al nivel de provincia en esta gran área (Zhen and Percival, 2003).

Es importante anotar que según Cocks y Torsvik (2005) Avalonia estuvo unida a Gondwana durante el Vendiano Tardío, específicamente por el norte de Colombia, Venezuela, Florida (Terreno Suwannee) y noroeste de África. El océano Rheico se forma cuando Avalonia se desprende de Gondwana al final del Cámbrico. Según datos paleomagnéticos y la distribución conocida de fauna bentónica se sugiere que Avalonia derivó progresivamente hacia el norte y colisionó con Báltica al final del Ordovícico (ej. Cocks and Torsvik, 2005; Samuelsson and Verniers, 2000). Esto coloca al norte de Suramérica en un régimen tectónico extensivo, lo que parece concordar bien con la orientación de grabenes Cámbrico-Ordovícicos detectados en el subsuelo de los llanos de Colombia y Venezuela (Muñoz, 1991).

## DISCUSIÓN

Los afloramientos Paleozoicos se encuentran como ventanas en el núcleo de un gran anticlinal fallado. Muy cerca de la finca el Balso afloran areniscas y lodolitas carbonosas de la Formación Alpujarra que se coloca en contacto no definido sobre sedimentitas y vulcanitas de la Formación Saldaña (FIGURA 1). Las rocas paleozoicas afloran bajo Vulcanitas de la Formación Saldaña o como en la vereda el Totumo, bajo lutitas Cretácicas. Las sedimentitas Paleozoicas están en contacto fallado con las Mesozoicas, en ningún lugar se vieron contactos sedimentarios.

Los afloramientos Paleozoicos del Río Venado están separados por la Falla de Altamira en dos sectores (ver mapa de Acosta et al., 2002), uno al sureste donde fue establecida la unidad denominada “Serie de San Isidro” y otro menos extenso al noroeste donde se definió la “Serie de Agua Blanca” (ver Velandia et al., 2001). La sección noroeste del Río Venado entre el caserío el Balso y la Vereda el Totumo, fue la estudiada por Villarroel *et al.*, (1997) quienes propusieron dividir la secuencia Paleozoica en tres unidades: “Unidad Infrayacente”, “Formación Venado” y “Unidad Suprayacente”.

Las sucesiones Paleozoicas en el sector noroeste del Río Nevado están conformadas según Villarroel et al. (1997) por tres conjuntos litológicos:

1. Shales grises micáceos con delgados niveles de areniscas (“unidad Infrayacente”). En este nivel se presentan concreciones calcáreas.
2. Lodolitas en estratos decimétricos con intercalaciones de arenitas (“Formación Venado”).
3. Areniscas líticas que localmente pasan a conglomerados. Las capas poseen espesores de hasta 80 centímetros (“unidad Suprayacente”).

Siguiendo esta propuesta, y sin hacer un control de campo, Velandia *et al.*, (2001), y Fuquen y Osorno (2003) reúnen estas tres unidades y crean el “Grupo Agua Blanca” (o “Aguablanca” como es citado indistintamente por Ingeominas).

Según Villarroel *et al.*, (1997) la “Unidad Infrayacente” está constituida por shales grises micáceos con pocos niveles de areniscas de grano fino. Esta unidad se propone subyace concordantemente la Formación Venado. Intercalado con los shales ocasionalmente aparecen concreciones calcáreas con estructuras como en cono.

Los autores de este reporte encontraron que la sucesión presentada por Villarroel *et al.* (1997) no esta acorde con lo encontrado en nuestras campañas de campo. Lejos de ser continúa como se ha sugerido la secuencia presenta severos efectos de fallamiento que desorganiza y da origen a repeticiones estratigráficas.

Según la descripción de la Formación Venado dada por Villarroel *et al.* (1997) la unidad está constituida por intercalaciones de shales y areniscas, los espesores de los estratos es no mayor a los 30 cm, hacia el tope dominan las lodolitas sobre las areniscas. En niveles atribuidos a esta Formación Villarroel *et al.* (1997) reporta *Didymograptus* sp., género con biocron que abarca desde Ordovícico Temprano hasta el Ordovícico Medio. Se sugiere también que la especie podría clasificarse como *Didymograptus* cf. *D. artus* lo que parece concordar con el reporte en la misma sección de *Didymograptus* cf. *murchisoni* del edad Llanvirniana (Mojica and Villarroel, 1990). Así la Formación Venado sería correlacionable en parte con la Formación El Hígado expuesta al sur del Departamento del Huila (Mojica *et al.*, 1988b). Sin embargo, ninguno de los especímenes citados tiene control estratigráfico adecuado (tampoco se ubican cartográficamente), lo que hace incierta la comparación cronológica entre estas formaciones. Gutiérrez-Marco (2006) opina que *D. artus* ilustrado en Villarroel *et al.* (1997) corresponde mejor con *Acrograptus filiformis* de la biozona de *Baltograptus* aff. *deflexus* de edad Floiana (Arenigiano temprano).

Entre los datos de este trabajo y los de Villarroel *et al.*, (1997) se presentan varias incongruencias que es necesario presentar:

- La caracterización litológica que usa Villarroel *et al.*, (1997) para constituir la Formación Venado se considera legítima. Sin embargo los límites superior e inferior de la unidad presentados por estos autores no pudieron ser corroborados en el terreno. En la localidad 1 (en este trabajo) la base de la secuencia la constituyen arenitas y conglomerados que se ajustan con lo que Villarroel *et al.*, (1997) llamaron “Unidad Suprayacente”. Por tanto los niveles clásticos gruesos estarían hacia la base y no al techo de la secuencia como lo proponen Villarroel *et al.* (opus cit.)
- Aunque se confirmó la existencia de litologías semejantes a las de la llamada “Unidad Infrayacente”, esta entidad en ningún lugar se encontró estratigráficamente bajo la “Formación Venado”.
- Los graptolitos reportados en este trabajo se encontraron en niveles predominantemente lodolíticos que podrían concordar con los de la “Unidad Infrayacente”. No obstante esto no puede confirmarse ya que Villarroel *et al.* (1997) no muestran un mapa geológico de las unidades geológicas Ordovícicas.
- Según Villarroel *et al.*, (1997), los graptolitos reportados en la Formación Venado sugieren una edad Llanvirniana. Sin embargo no se indica las localidades exactas o los niveles donde se encontraron estos fósiles.

- La edad de los niveles con *Phyllograptus* (s.l.) ssp. es Arenigiana. De esta manera aparecen diferencias de edad propuesta por Villarroel *et al.*, (1997). Por esto, todos los fósiles recolectados en el área deberían ser adecuadamente localizados para definir correctamente el rango temporal de la Formación Venado.
- Según lo anterior, los conjuntos litológicos denominados “Unidad Infrayacente” y “Unidad Suprayacente” deben ser sujeto de enmendación. En consecuencia la definición del “Grupo Agua Blanca” también debe ser enmendada. Sin embargo, si la secuencia Ordovícica del Río Venado comienza por conglomerados y arenitas, tal como sugerimos en este trabajo, entonces es posible que estas sean equivalentes a las arenitas y conglomerados de la “Serie de San Isidro” (ver Velandia *et al.*, 2001). De esta manera “Unidad Suprayacente” de Villarroel *et al.*, (1997) sería un sinónimo de “Serie de San Isidro”.
- La secuencia expuesta en el Río Venado está incompleta según los datos estratigráficos y estructurales. La presencia de líticos de areniscas en algunos conglomerados de origen turbidítico, como se ve en la localidad 1, sugiere que en áreas someras las secuencias estuvieron afectadas por amalgamación. Las estructuras de oscilación presentes en los niveles clásticos intercalados en las lodolitas sugieren la acción de oleaje durante temporales (ver Villarroel *et al.*, 1997). El estilo tectónico observado en el terreno, de rampas y fallas de cabalgamiento, sugiere que pueden existir muchas repeticiones estratigráficas. Las lecturas de espesor de las unidades tomadas ignorando la complejidad estructural de las secuencias no tiene valor operativo. Solo mediante una aproximación bioestratigráfica y control estructural detallado podremos intentar resolver estos dos problemas.

La presencia de secuencias del Ordovícico con fauna y litología similar tanto al este como al oeste de las fallas marginales de la Cordillera Oriental prueba su contigüidad de estas áreas durante el Paleozoico Temprano. Según datos de Gutiérrez-Marco *et al.* (2006) La Formación El Hígado es hasta el momento la única unidad post-Arenigiense que aflora al este del Cratón de Guyana. Por otra parte, según los datos aportados en este trabajo, La Formación Venado es Arenigiana (Floiana si se confirma la presencia de *Acrograptus filiformis*) y podría incluir niveles más antiguos. Por tanto la Formación el Hígado y la Formación Venado no pueden ser directamente correlacionadas.

La presencia de un basamento Precámbrico cercano sometido a intensa erosión está soportada en datos litológicos. En una pequeña quebrada situada en el lado opuesto de la Localidad 1 del Río Venado, afloran niveles de conglomerados con clastos de neises que ocasionalmente alcanzan 20 centímetros

de diámetro. Los neises son cuarzo feldespáticos y recuerdan los neises Precámbricos que afloran en el cercano Macizo de Garzón.

La extensión y posible contigüidad de las secuencias Cámbrico-Ordovícicas expuestas en áreas del Valle Superior del Magdalena, Macizo de Garzón y región oriental Colombiana soportan la autoctonía de los terrenos Garzón y Payandé (sensu Etayo-Serna et al., 1986) durante el Paleozoico Temprano. De la misma manera, las secuencias del Río Venado se incluirían en el terreno Chibcha de Toussaint y Restrepo (ej. Toussaint, 1993; Toussaint and Restrepo, 1988). Esto significaría que este sector fue un terreno anexo a Suramérica (Gondwana) durante el Paleozoico Temprano (Moreno-Sánchez, 2004).

El terreno Chibcha lo conforma el bloque tectónico situado entre las fallas orientales de la Cordillera Central (Otú-Pericos) y las fallas marginales de la Cordillera Oriental. El terreno Chibcha reúne varios de los sectores que Ingeominas definió como terrenos separados: Quetame, Payandé, Floresta, y Santander entre otros (ver Etayo-Serna et al., 1986). Sin embargo la unidad del terreno Chibcha está en duda, ya que la región norte de la Cordillera Oriental presenta características geológicas diferentes a las encontradas al sur (Moreno-Sánchez, 2004). En el norte, en el terreno Floresta (sensu Etayo-Serna et al., 1986) se conocen rocas de edad Carbonífera afectadas por metamorfismo regional (Moreno-Sánchez et al., 2005) mientras que al sur el último evento metamórfico parece ser Precámbrico. Por otra parte, rocas sedimentarias del rango Cámbrico-Ordovícico son prácticamente inexistentes en la Cordillera Oriental al norte de de la Uribe (Meta) pero al sur (en el terreno Payandé) las series sedimentarias de este rango se extienden hasta las estribaciones de la Cordillera Central.

## CONCLUSIONES

Los graptolitos (*Phyllograptus* ssp.) reportados para los niveles lutíticos del Río Venado sugieren una edad Arenigiana. La Formación el Hígado y La Formación Nevado (*sensu lato*) representen intervalos distintos en el Ordovícico: la edad de la primera es Darriwiliana (sin considerar los fósiles resedimentados) y la edad de la segunda es Arenigiana. Sin embargo estas unidades junto con otros niveles ordovícicos del oriente colombiano (Ambicá, Arroyo la Cueva, río Duda, Macarena, cuenca de los Llanos, etc) parecen constituir partes tectónicamente fragmentadas de una única cuenca sedimentaria en el margen del Cratón de Guyana (Gutiérrez-Marco et al., 2006; Gutiérrez-Marco et al., 2007; Moreno-Sánchez, 2004). Aunque la Formación Venado es una entidad definida según datos litológicos objetivos, los criterios usados para establecer sus límites aparecen difusos y no tomaron en cuenta las complicaciones estructurales. La información estructural indica que las unidades usadas

por Villarroel *et al.* (Villarroel et al., 1997) y oficializadas por Ingeominas (Acosta et al., 2002; Fuquen and Osorno, 2003) deben ser redefinidas o enmendadas. El ordenamiento estratigráfico y estructural oficialmente aceptado está en duda, el llamado “Grupo Aguablanca” (Fuquen and Osorno, 2003; Velandia et al., 2001) constituido putativamente por la “Unidad Suprayacente”, la “Formación Venado” y la “Unidad Infrayacente” no puede ser validado hasta que se no haga una redefinición de las unidades expuestas en el Río Venado.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen a la profesora de Biología Beatriz Toro y los estudiantes del curso Paleontología II de la Universidad de Caldas que ayudaron a recolectar parte del material referido en este trabajo: Barbosa E. Ángel A., Echeverry S. Cristian D., López C. Ana P., Mejía V. Julián, Quintero M. Edwin F., Quintero P. Oscar J., Ramos C. Keepler G., Romero G. Freddy A., y Villanueva O. Luis C.; al igual que a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Caldas por su apoyo al proyecto “Estudio Geológico del Paleozoico Superior de Colombia”, del cual este trabajo es una muestra abreviada de algunos de los resultados de este proyecto. Agradecimientos especiales al Dr. Juan Carlos Gutiérrez-Marco (Universidad Complutense de Madrid) quien gentilmente aceptó la revisión del manuscrito. Sus comentarios y correcciones fueron de gran ayuda para la edición final de este texto.

## REFERENCIAS

- Acosta, J. G., Caro, P. E., Fuquen, J. A., y Osorno, J. F. M. 2002. Geología de la plancha 303. Colombia (Ingeominas, Ed.), Bogotá.
- Baldis, B. A., González, S. B., y Pérez, V. E. 1984. Trilobites tremadocianos de la Formación Negritos (Perforación “La Heliera”), Llanos de Colombia. *En* III Congreso Latinoamericano de Paleontología. (M. d. C. Perrilliat, Ed.), pp. 28-41, Mexico.
- Bergström, S. M., Finney, S. C., Chen, X., Goldman, D., y Leslie, S. A. 2006. Three new Ordovician global state names. *Lethaia* **39**: 287-288.
- Bridger, C. 1982. El Paleozoico inferior de Colombia: una revaluación en base en nuevos datos de campo. Unpublished Geology thesis, Universidad Nacional de Colombia.

- Bulman, O. M. B. 1964. Lower Palaeozoic plankton. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* **120**: 455-476.
- Bulman, O. M. B. 1970. Graptolithina: with sections on Enteropneusta and Pterobranchia. In *Treatise on invertebrate paleontology*. (R. C. Moore, and C. Teichert, Eds.), pp. 163. The Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder.
- Cocks, L. R. M., y Torsvik, T. H. 2005. Baltica from the late Precambrian to mid-Palaeozoic times: The gain and loss of a terrane's identity. *Earth-Science Reviews* **72**: 39-66.
- Chacaltana, C., Valdivia, W., Carlotto, V., Sánchez, J., y Gutiérrez-Marco, J. C. 2006. Nuevas evidencias de graptolitos en el Perú central: implicaciones estratigráficas. En XIII Congreso Peruano de Geología. pp. 611-614, Lima.
- Dueñas, H. 2001. Paleozoic palynological assemblages from the Llanos Orientales Basin, Colombia S.A. In AASP 2001 Palynological meeting. San Antonio, Texas.
- Etayo-Serna, F., Barrero, D., Lozano, H. Q., Espinosa, A., Gonzalez, H., Orrego, A., Ballesteros, I. T., Forero, H. O., Ramirez, C. Q., Zambrano-Ortiz, F., Duque-Caro, H., Vargas, R. H., Nuñez, A., Alvarez, J. A., Ropain, U. C., Cardozo, E. P., Galvis, N., Sarmiento, L. R., Albers, J. P., Case, J. E., Singer, D. A., Bowen, R. W., Berger, B. R., Cox, D. P., y Hodges, C. A. 1986. Mapa de terrenos geológicos de Colombia. Bogotá.
- Frederickson, E. A. 1958. Lower Tremadocian trilobite from Venezuela. *Journal of Paleontology* **32**, 541-543.
- Fuquen, J. A., y Osorno, J. F. M. 2003. Geología de la plancha 303 Colombia. Departamentos de Tolima, Huila y Meta (Ingeominas, Ed.), 87p. Bogotá.
- Gutiérrez-Marco, J. C., Gómez, C. y Sarmiento, G. N. 2006. El Ordovícico de la Cordillera Central colombiana y su correlación con Perú. En XIII Congreso Peruano de Geología. (V. Carlotto, J. Cárdenas, P. Soler, and J. Jacay, Eds.), pp. 623-626. Sociedad Geológica del Perú.
- Gutiérrez-Marco, J. C., Sarmiento, G. N., y Gómez-González, C. 2007. First Ordovician conodonts from Colombia. *Acta Paleontologica Sinica* **6**: 170-175.
- Harrington, H. J. 1938. Sobre las faunas del Ordoviciano inferior del norte argentino. *Revista del Museo de La Plata. Sección Paleontología* **1**:109-289.
- Harrington, H. J., y Kay, M. 1951. Cambrian and Ordovician faunas of eastern Colombia. *Journal of Paleontology* **25**: 655-668.
- Harrison, J. V. 1930. The Magdalena Valley, Colombia; South America. En International Geological Congress, 15th Sess. pp. 399-409. 2, Pretoria, South Africa.
- Ingle, S., Mueller, P. A., Heatherington, A. L., y Kozuch, M. 2003. Isotopic evidence for the magmatic and tectonic histories of the Carolina terrane: implications for stratigraphy and terrane affiliation. *Tectonophysics* **371**: 187- 211.
- Javier Alvaro, J., Elicki, O., Geyer, G., Rushton, A. W. A., y Shergold, J. H. 2003. Palaeogeographical controls on the Cambrian trilobite immigration and evolutionary patterns reported in the western Gondwana margin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **195**: 5-35.
- Julivert, M. 1968. Lexique stratigraphique, Amérique Latine. Colombie (première partie), Précambrien, Paléozoïque, Mésozoïque, et intrusions d'âge mésozoïque-tertiaire. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Laubacher, G. 1974. Le Paléozoïque Inférieur de la Cordillère Orientale du sud-est del Pérou. *Cahiers ORSTOM, service Géologique* **6**: 29-40.
- Mojica, J., y Villarroel, C. 1990. Sobre la distribución y facies del Paleozoico Inferior sedimentario en el extremo NW de Sudamérica. *Geología Colombiana* **17**: 219-226.
- Mojica, J., Villarroel, C., Cuerda, A., y Alfaro, M. A. 1988a. La fauna de graptolites de la Formación El Hígado (Llanvirniano-? Llandeiliano) Serranía de Las Minas, Valle Superior del Magdalena, Colombia. En V Congreso Geológico Chileno. pp. 189-202.
- Mojica, J., Villarroel, C., y Macía, C. 1988b. Nuevos afloramientos fosilíferos del Ordovícico Medio (Fm. El Hígado) al oeste de Tarqui, Valle Superior del Magdalena (Huila, Colombia). *Geología Colombiana* **16**: 95 - 97.
- Moreno-Sánchez, M. 2004. Devonian plants from Colombia: geologic framework and paleogeographic implications. Unpublished Ph. D. thesis, Faculté des Sciences. Université de Liège.
- Moreno-Sánchez, M., Gómez-Cruz, A. d. J., y Castillo-González, H. 2005. La Formación Floresta Metamorfoseada (sensu Ward et al., 1973) no es la Formación Floresta sin metamorfosear. En X Congreso Colombiano de Geología. (J. M. M. Moreno, Ed.), pp. 1-7. Universidad Nacional-Ingeominas, Bogotá.
- Muñoz, F. A. 1991. El Paleozoico en la Cuenca de los Llanos Orientales: futuro objetivo exploratorio. En IV Simposio Bolivariano. Exploración Petrolera en las Cuencas Sub - Andinas. Bogotá.

- Ortega, G., Albanesi, G. L., y Frigerio, S. E. 2007. Graptolite-conodont biostratigraphy and biofacies of the Middle Ordovician Cerro Viejo succession, San Juan Precordillera, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **245**: 245-263.
- Owens, R. M., y Servais, T. 2007. The Ordovician of the Condroz Inlier, Belgium: Trilobites from the southeastern margin of Avalonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **245**: 272-294.
- Paškevičius, J. 2007. Correlation of the Ordovician regional stages of the Baltic palaeobasin with new global stages. *Geologija* **57**: 30-36.
- Samuelsson, J., y Verniers, J. 2000. Ordovician chitinozoan biozonation of the Brabant Massif, Belgium. *Review of Palaeobotany and Palynology* **113**: 105-129.
- Torsvik, T. H., y Cocks, L. R. M. 2004. Earth geography from 400 to 250 Ma: a palaeomagnetic, faunal and facies review. *Journal of the Geological Society, London* **161**: 555-572.
- Toussaint, J. F. 1993. Evolución geológica de Colombia, Precámbrico y Paleozoico. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Toussaint, J. F., y Restrepo, J. J. 1988. ¿Son Alóctonos los Andes Colombianos? *In Rev. del I.C.N.E. Univ. Nal. Medellín*. pp. 17-41.
- Trumpy, D. 1943. Pre-Cretaceous of Colombia. *Geological Society of America Bulletin* **54**: 1261-1304.
- Turner, J. C. M. 1960. Faunas graptolíticas de América del Sur. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* **14**: 5-180.
- Ulloa, C., Pérez, V. E., y Baldis, B. 1982. Unidades litoestratigráficas del Ordovícico de los Llanos Orientales de Colombia. *En V Congreso Latinoamericano de Geología*. pp. 109-12, Buenos Aires.
- Velandia, F. P., Núñez, T. A., y Marquínez, G. 2001. Mapa geológico del departamento del Huila, escala 1:300.000, memoria explicativa. *En Memoria explicativa*. pp. 184. Ingeominas, Bogotá.
- Villarroel, C., Macia, C., y Brieva, J. 1997. Formación Venado, nueva unidad litoestratigráfica del Ordovícico colombiano. *Geología Colombiana* **22**: 41-49.
- Whittington, H. B., y Hughes, C. P. 1972. Ordovician geography and faunal provinces deduced from trilobite distribution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* **263**: 235-278.
- Zhen, Y.-Y., y Percival, I. G. 2003. Ordovician conodont biogeography – reconsidered. *Lethaia* **36**: 357 - 369.

---

---

Trabajo recibido: julio 23 de 2007

Trabajo aceptado: febrero 25 de 2008