

Short Communication

Trilobites y braquiópodos ordovícicos provenientes del Pozo CPO 17-EST. 12, Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia

Ordovician Trilobites and Brachiopods from Well CPO 17-EST. 12, Eastern Llanos Basin of Colombia

Hernando Dueñas¹ , Daniela S. Monti² , Fernando Lavié³ , Pedro Patarroyo⁴ 

¹Servicio Geológico Colombiano. Proyecto Paleozoico Cuenca de los Llanos Orientales y Academia Colombiana de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales ACCEFYN

²Instituto de Ecología Genética y Evolución de Buenos Aires (IEGEB A CONICET-UBA). Departamento de Ecología Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (EGE, FCEN, UBA). Intendente Güiraldes 2160, Ciudad Universitaria, C1428EGA Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

³Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), Edificio CICTERRA. Av. Vélez Sarsfield 1611, Ciudad Universitaria, X5016CGA Córdoba, Córdoba, Argentina.

⁴Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá

RESUMEN

Se presenta el resultado del análisis de macrofauna proveniente de ocho muestras del núcleo 14 tomado en el pozo CPO 17-EST. 12. Este pozo se encuentra localizado en la Sub-Cuenca paleozoica Meta, de la Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia (LLO). La asociación de trilobites es poco diversa y consiste en olenidos, asignables a la subfamilia Triarthrinae, y un fragmento que podría pertenecer a la familia Trinucleidae. Se puede determinar con certeza la presencia del género *Porterfieldia*. Asimismo, se registra la ocurrencia de un ejemplar de braquiópodo linguliforme que puede asociarse a la familia Obolidae. La asociación de macrofauna permite asignar a los sedimentos analizados en el pozo CPO 17-EST. 12 un rango Ordovícico, intervalo Floiano a Darriwiliano. Los sedimentos analizados en el pozo CPO 17-EST. 12 son correlacionables con los perforados en el pozo Negritos-1, a los cuales se le asignó un rango Ordovícico, intervalo Floiano–Dapingiano, existiendo diferencias faunísticas posiblemente relacionadas con variaciones ambientales. Aunque los pozos La Heliera-1 y CPO 17-EST. 12 perforaron sedimentos ordovícicos, los sedimentos en el pozo La Heliera-1 son del Tremadociano y corresponden a un intervalo estratigráficamente inferior al perforado en el pozo CPO 17-EST. 12. La mayoría de los géneros de trilobites presentes en los Llanos Colombianos durante el Tremadociano–Darriwiliano son cosmopolitas, sin embargo, la presencia de *Porterfieldia* y *Anebolithus* en el Floiano–Darriwiliano indican una afinidad de esta fauna con otras zonas del margen noroeste de Gondwana, en particular con el margen Sudamericano y con el terreno de Avalonia.

Palabras clave: Cuenca Llanos Orientales, Bioestratigrafía, Paleozoico, Ordovícico, Trilobites, Braquiópodos..

ABSTRACT

The results of the analysis of macrofauna from eight samples of core 14 taken in the CPO 17-EST. 12 well are presented. This well is in the Paleozoic Meta sub-basin of the Eastern Llanos Basin of Colombia (LLO). The trilobite association is not diverse and consists of olenids, assignable to the Triarthrinae subfamily, and a fragment that could belong to the Trinucleidae family. The presence of the genus *Porterfieldia* can be determined with certainty. Likewise, the occurrence of a linguliform brachiopod specimen that can be associated with the family Obolidae is also recorded. The macrofaunal association allows assigning to the sediments analyzed in well CPO 17-EST. 12 an Ordovician range, Floian to Darriwilian interval. The sediments analyzed in well CPO 17-EST. 12 are basically correlatable with the section drilled in the Negritos-1 well, which was assigned an Ordovician range, Floian–Dapingian interval, with faunal differences possibly related to environmental variations. Although the wells La Heliera-1 and CPO 17-EST. 12 drilled Ordovician sediments, the sediments in the La Heliera-1 well are Tremadocian and correspond to an interval stratigraphically lower than the one drilled in the CPO 17-EST. 12 well. Most trilobite genera in Eastern Llanos Basin during the Tremadocian–Darriwilian are cosmopolitan. However, the presence of *Porterfieldia* and *Anebolithus* in the Floian–Darriwilian indicates a faunal affinity with other regions of the northwestern Gondwanan margin, particularly with the South American margin and the Avalonian terrane.

Keywords: Eastern Llanos Basin, Biostratigraphy, Paleozoic, Ordovician, Trilobites, Brachiopods.

Citación: Dueñas, H., Monti, D.S., Lavié, F., Patarroyo, P. (2025). Trilobites y braquiópodos ordovícicos provenientes del Pozo CPO 17-EST. 12, Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia. *Boletín Geológico*, 52(1).

DOI: <https://doi.org/10.32685/0120-1425/bol.geol.52.1.2025.748>

Boletín Geológico: ISSN impreso: 0120-1425, ISSN electrónico: 2711-1318.



This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.

1. INTRODUCCIÓN

Al oriente de la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos se presenta una gran planicie que conforma la Cuenca de los Llanos Orientales (LLO), una prolífica provincia petrolera que supera los 200 000 kilómetros cuadrados de extensión. Esta Cuenca limita al occidente por el frente de Cabalgamiento de la Cordillera Oriental de los Andes. El límite norte de esta Cuenca corresponde políticamente con el límite entre Colombia y Venezuela, pero la muy espesa secuencia sedimentaria del Mesozoico y Cenozoico presente en la Cuenca (LLO) recorre toda la extensión oriental de Colombia y además se extiende en territorio venezolano.

Estratigráficamente las secuencias a ambos lados de la frontera son correlacionables, pero para ellas se utilizan nomenclaturas diferentes. Al este y sureste, la presencia de rocas pertenecientes al Escudo de la Guyana marca el límite de la Cuenca. Al suroeste, el límite lo conforman la Serranía de la Macarena, El Arco de Vaupés y afloramientos de rocas ígneas y metamórficas del Cratón Amazónico (Fig. 1).



Figura 1. Mapa relieve de Colombia con localización de las subcuencas Paleozoicas de los Llanos Orientales. 1. Subcuenca Arauca, 2. Subcuenca Casanare, 3. Subcuenca Vichada, 4. Subcuenca Meta

El depósito sedimentario en la Cuenca de los Llanos (LLO) se inició durante el Neoproterozoico, Criogeniano – Ediacariano (Arminio et al., 2013; Dueñas, 2001; Dueñas-Jiménez y Montalvo-Jónsson, 2020; Dueñas y Galvis, 2020). Estos sedimentos se localizan a profundidad en subsuelo, principalmente en la parte sur oriental de la Cuenca, en donde han sido alcanzados por perforaciones. Después de una probable

interrupción al final del Neoproterozoico, se depositaron sedimentos del Cámbrico y del Ordovícico que cubrieron una gran parte de la Cuenca (Dueñas-Jiménez et al., 2020). El Silúrico solo se ha reportado en forma de parches sedimentarios en la Subcuenca del Meta, así como el Devónico y el Carbonífero (Dueñas y Césari, 2006) (Fig. 2). Sedimentos del Pérmico no se han reportado, y muy probablemente estos sedimentos no fueron depositados o fueron erosionados.

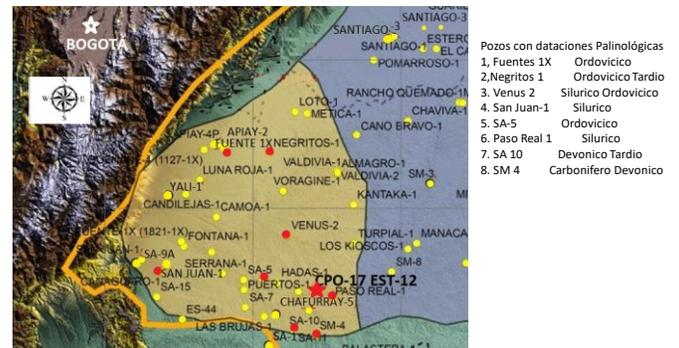


Figura 2. Localización del pozo CPO 17-EST. 12 (Fuente: ANH-S.G.C., 2022).

Durante el Proterozoico y el Paleozoico la Cuenca presentó deformaciones tectónicas que cambiaron su configuración, la orientación de sus características tectónicas y controlaron el depósito de estos sedimentos marinos. La tectónica de los sedimentos paleozoicos del subsuelo de la Cuenca de los Llanos, nos permite identificar cuatro áreas estructuralmente diferenciables (Fig. 2) con las cuales es posible definir cuatro subcuencas paleozoicas. La Subcuenca del Meta, localizada al sur occidente de los Llanos, es en donde se localiza el pozo CPO 17-EST. 12. Este pozo fue perforado por la Compañía HOCOL en mayo del 2014, alcanzando una profundidad total (TD.) de 3870', finalizando dentro de sedimentos del Paleozoico cuyo tope se determinó a 3804'. Entre 3807' y 3810' se tomó el corazón convencional 14 (Fig. 3).

En el año 2022, se visitó la Litoteca Nacional localizada en Bucaramanga con el objeto de tomar muestras del corazón 14, observando que este se encontraba en muy mal estado de preservación. Dos fragmentos del corazón a 3807' se pudieron identificar, así como dos fragmentos del corazón a 3810'. Entre 3807' y 3810' se encontraron fragmentos mezclados. Todos los fragmentos de este corazón fueron revisados, encontrando presencia de macrofauna en dos fragmentos localizados a 3807', así como en dos fragmentos localizados a 3810' (Fig. 3), cuyo estudio es el objetivo principal de este trabajo.

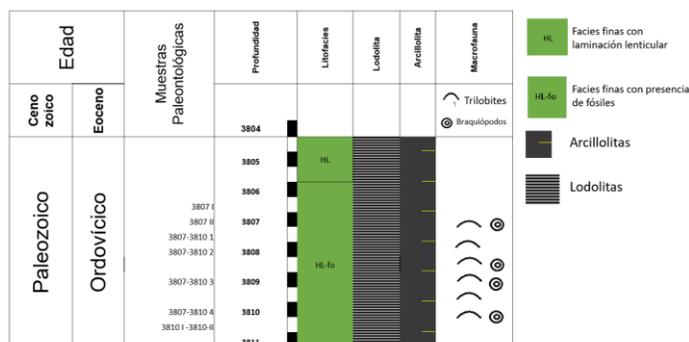


Figura 3. Columna Estratigráfica del pozo CPO 17 EST 12. Adaptada de: ANH-SGC 2022

1.1 Significado de la fauna

La macrofauna recuperada del pozo CPO 17-EST. 12 es poco diversa e incluye braquiópodos linguliformes y trilobites. Entre los trilobites se reconocen ejemplares de olénidos, asignables a la subfamilia *Triarthrinae* Ulrich, 1930, y un fragmento que podría asignarse a la familia *Trinucleidae* Hawley y Corda, 1847. Entre los materiales presentes en estos corazones, se puede determinar con certeza la presencia del género *Porterfieldia* Cooper, 1953. La fauna fósil de este pozo se completa con restos de braquiópodos referidos al subphylum *Linguliformea* Williams et al., 1996, entre los cuales sólo una forma puede asignarse a la familia *Obolidae* King, 1846.

El género *Porterfieldia* presenta una amplia distribución durante el Ordovícico. En Suramérica es conocido en el Floiano de la Cordillera Oriental Argentina (Waisfeld, 2001), en el Floiano del Sistema de Famatina (Waisfeld y Vaccari, 2009), en el Floiano–Darriwilliano de la Precordillera argentina (Tortello y Peralta, 2004; Edgecombe et al., 2005) y en el Darriwilliano de Perú (Hughes et al., 1980). También se lo conoce en el Sandbiano de Venezuela (Arnold y Smith, 1964). La presencia de *Porterfieldia* permite acotar el rango de la fauna recuperada al intervalo Floiano–Sandbiano. La posible presencia del género *Anebolithus* Hughes y Wright, 1970 permite restringir levemente el rango al intervalo Floiano–Darriwilliano.

La fauna reportada en el pozo CPO 17-EST. 12 difiere de aquella presente en el pozo La Heliera-1, que incluye trilobites olénidos como principal componente, siendo *Jujuyaspis* Kobayashi, 1936 el género más común. Además, se registra la presencia de un género exclusivo de esta localidad, *Helieranella* Baldis et al., 1984 y un ejemplar de *Protopeltura* Brøgger, 1882 (Baldis et al., 1984). La fauna de este pozo incluye restos de un braquiópodo que no fue ilustrado previamente, correspondientes a la clase *Rhynchonellata* Williams et al., 1996.

La presencia del género *Jujuyaspis*, un indicador de la base del Tremadociano a nivel mundial (Aceñolaza y Aceñolaza, 1992; Tortello et al., 2002), sumada al registro de *Rhabdinopora*

flabelliformis (Eichwald, 1840) confirman que los sedimentos recuperados en el Pozo La Heliera-1 corresponden a estratos más antiguos que los del Pozo CPO 17-EST. 12.

Por otro lado, la fauna recuperada en el pozo Negritos-1 está dominada por restos de braquiópodos del subphylum *Linguliformea*, algunos graptolites, y solamente se registra la presencia de un *Triarthrinae*, posiblemente asignable al género *Triarthrus* Green, 1832.

Ulloa et al. (1982) reportaron la presencia en este pozo del género *Triarthrus*, los graptolites *Janograptus* Bulman, 1970 y *Didymograptus extensus* (Hall, 1858) y del braquiópodo *Acrotetra* Kutorga, 1848, lo que otorga un rango entre el Floiano y el Dapingiano para este pozo.

Otras localidades con sedimentos paleozoicos se han reportado en Colombia por fuera de la Cuenca de los Llanos Orientales. En el sector de la Sierra de La Macarena (Grupo Güéjar, Caño Guapayito) se ha descrito una fauna de trilobites y braquiópodos asignada al Cámbrico “medio”-Ordovícico inferior.

Entre los trilobites del Cámbrico “medio”, Harrington y Kay (1951) detectaron la presencia del género *Ehmania*. Resser (1935), y posteriormente Rushton (1963), registró al género *Paradoxides* (Brongniart, 1822), confirmando el rango de esta fauna y su asociación con las faunas de Europa y Noreste de Norteamérica. En cuanto a los materiales Ordovícicos, la fauna de la Sierra de la Macarena incluye una mayor diversidad de formas en comparación con las aquí descritas en el pozo CPO 17-EST. 12, y son asignadas a estratos más jóvenes.

Entre los materiales del Tremadociano temprano, Harrington y Kay (1951) mencionaron la presencia del agnóstido *Geragnostus tilcuyensis* (Kayser, 1876) (= *Micragnostus vilonii* sensu Harrington y Leanza, 1957) y los trilobites *Pseudokainella* (?) *macarenae* Harrington y Kay, 1951, *Naustia colombiana* (Harrington y Kay, 1951), *Leptoplastides* sp. y *Niobe* (*Niobella*) sp.; y los braquiópodos *Lingulella* sp. aff. *L. desiderata*, (*Acrotreta aequatorial* Harrington y Kay, 1951 y *Nanorthis* (?) sp.

Asimismo, describen una asociación que asignan al Tremadociano superior en la que incluyen a los trilobites *Raphiophorus* (?) *pyrus* Harrington y Kay, 1951, *Symphysurus metaensis* Harrington y Kay, 1951, *Macropyge* (s.l.) *sternorhachis* Harrington y Kay, 1951, *Basilicus* (*Basiliella*) *trumpyi* Harrington y Kay, 1951 y *Megistaspis* cf. *planilimbata* (Angelin, 1851) y al braquiópodo *Apheoorthis* (?) sp. La mayor parte de esta fauna corresponde a especies nuevas, únicamente reportadas en esta localidad.

Muchas de estas especies, sin embargo, se basan en materiales fragmentarios, mientras que otras tantas asignaciones

se realizaron con dudas. De este modo, una comparación más detallada que lleve a comprender las relaciones entre las diferentes asociaciones de este sector depende de la aparición de nuevos materiales que puedan completar las descripciones y ajustar las asignaciones taxonómicas.

Los afloramientos del Paleozoico más bajo en la Cordillera Oriental Colombiana, al oeste de las localidades aquí descritas, son relativamente escasos. Se han reportado secuencias Ordovícicas aflorantes en la región de Río Venado, Huila (Villarreal et al., 1997; Moreno Sánchez et al., 2008). En este sector, la presencia de graptolites del género *Phyllograptus* Hall, 1858 indicaría un rango entre el Floiano y el Darriwiliano (Moreno Sánchez et al., 2008). De este modo, el intervalo representado en estas secuencias coincide con el estimado para el CPO 17-EST. 12.

Los diferentes niveles ordovícicos reconocidos en la Cordillera Oriental Colombiana (e.g. Formación Venado), junto con los otros niveles ordovícicos del oriente colombiano, tales como Ambicá, Arroyo la Cueva, Río Duda, Sierra de la Macarena y los aquí descritos correspondientes a los Llanos Orientales han sido interpretados como partes tectónicamente fragmentadas de una única cuenca sedimentaria en el margen del Cratón de Guyana (Gutiérrez-Marco et al., 2006, 2007).

La Fauna del CPO 17-EST. 12 muestra una similitud con la descrita para la Formación Contayana en Perú (Hughes et al., 1980). Sin embargo, esta última, presenta mayor diversidad que la anterior. Durante el Ordovícico, Colombia formaba parte del Noroeste de Gondwana. Por su posición paleogeográfica es de esperar que sus faunas presenten afinidad con otras regiones de la plataforma sudamericana que también eran parte del margen gondwánico (i.e. Venezuela, Perú, Bolivia y Argentina).

Las reconstrucciones paleogeográficas propuestas para el Paleozoico temprano también ubican a los terrenos de Oaxaquia y Avalonia cercanos al margen noroeste de Gondwana (e.g. Cocks y Torsvik, 2002). Avalonia formaba parte del margen gondwánico durante el Cámbrico más bajo y Ordovícico temprano, pero se separó en algún momento del Llanvirniano (Cocks y Torsvik, 2002).

En cuanto a Oaxaquia, las faunas cambro-ordovícicas de trilobites de la Formación Tiñú, en México muestran una importante similitud con las faunas de Bolivia y Argentina (e.g. Robison y Pantoja-Alor, 1968). Landing et al. (2007) interpretaron estos depósitos como de un margen pasivo, ubicando a Oaxaquia a lo largo del margen septentrional de Sudamérica (ver Cuen-Romero et al. 2023 para ampliar la discusión).

La semejanza entre las faunas del Cámbrico “medio” y el Ordovícico inferior de Colombia y Argentina han sido

previamente reconocidas (e.g. Harrington, 1938). La presencia del género *Jujuyaspis*, probablemente *J. keideli* (sensu Tortello y Clarkson, 2003) en el Pozo La Hilera-1 apoya estas vinculaciones. Sin embargo, otros géneros mencionados en los pozos La Heliera-1 y Negritos-1 presentan una distribución cosmopolita (e.g. *Protopeltura* y *Triarthrus*).

Los géneros reconocidos en la región de la Sierra de la Macarena (Harrington y Kay, 1951) incluyen varios géneros en común con los presentes en el Noroeste Argentino (e.g. *Leptoplastides* Raw, 1908 y *Pseudokainella* Harrington, 1938), aunque algunas reasignaciones posteriores enriquecieron las discusiones sobre esta afinidad. Por ejemplo, la especie originalmente descrita como *Kainella colombiana* fue transferida, aunque de modo tentativo, al género *Naustia* (sensu Vaccari y Waisfeld, 2010) cuya distribución abarca Laurentia y China Norte.

En el caso del CPO 17-EST. 12, el único género reconocido con certeza es *Porterfieldia* que presenta una distribución cosmopolita a partir del Darriwiliano. Durante el Floiano–Darriwiliano, *Porterfieldia* se ha reportado en el sur de Gales (Whittard, 1961; Fortey y Owens, 1978) y en Sudamérica. Durante este lapso temporal, el género está ampliamente representado en Argentina y Perú (Hughes et al., 1980; Waisfeld, 2001; Tortello y Peralta, 2004; Waisfeld y Vaccari, 2009). Durante el Darriwiliano se ha reportado en todo el mundo: oeste de Newfoundland, Canadá (Billings, 1865); Escandinavia (Nikolaisen, 1965; Månsson, 1998; Hansen, 2009); Spitsbergen, Noruega (Fortey, 1974); oeste de Australia (Legg, 1976); y en China (Lu et al., 1965; Zhou et al., 1982; Zhang, 1990; Zhou y Zhen, 2008); Norte de Kirguistán (Weber, 1948; Klishevich y Kolobova, 1990); y en Kazajistán (Pouille et al., 2013). En el Sandibano el género se conoce en Estados Unidos, Escocia, Irlanda (Raymond, 1920; Cooper, 1953; Tripp, 1980; Ingham y Tripp, 1991; Owen y Parkes, 2000) y en Venezuela (Arnold y Smith, 1964).

El género *Anebolithus* presenta una distribución geográfica un poco más restringida que *Porterfieldia*, y ha sido reportado en Gales (Hughes et al., 1975; Fortey y Owens, 1978), Perú (Hughes et al., 1980) y posiblemente en Argentina (Sánchez y Waisfeld, 1995), aportando más información sobre las vinculaciones paleogeográficas de esta región. La asociación del CPO 17-EST. 12 indica una afinidad de la fauna de los Llanos Colombianos durante el Floiano–Darriwiliano con el margen noroeste de Gondwana y en particular con el margen Sudamericano y con el terreno de Avalonia.

2. MÉTODO

El material recuperado del pozo CPO 17-EST. 12 inicialmente fue analizado en el Laboratorio Paleontológico de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, en donde fue fotografiado utilizando una cámara Nikon réflex D5000. Posteriormente, los restos fósiles fueron cubiertos con silicona líquida (con catalizador) y sobre ella se vertió yeso odontológico de alta calidad para obtener los moldes. En los casos que fue necesario un blanqueamiento, se utilizó cloruro de amonio para resaltar detalles de la morfología. También se utilizó una lupa binocular y calibre mecánico para llevar a cabo las mediciones correspondientes (ancho, largo, proporciones, etc.). Se siguió la sistemática de trilobites propuesta por Adrain (2011) y la de braquiópodos propuesta por Holmer y Popov (2000, 2007).

3. RESULTADOS

3.1 Paleontología sistemática

El material fósil descrito en esta publicación ha sido depositado en el Museo Geológico del Servicio Geológico Colombiano en Bogotá.

Clase TRILOBITA Walch, 1771

Orden OLENIDA Adrain, 2011

Familia OLENIDAE Burmeister, 1843

Subfamilia TRIARTHURINAE Ulrich, 1930

Género *Porterfieldia* Cooper, 1953

Especie tipo: *Triarthrus caecigenus* Raymond, 1920

Comentarios: Fortey y Owens (1978) consideraron que este género está definido por la presencia de una cresta sutural bien definida en los cranidios del adulto. Ludvigsen y Tuffnell (1983) adoptaron un concepto más amplio del género y proponen a un campo preglabellar muy corto (sag.) o ausente como carácter que lo distingue de *Triarthrus* y de *Bienvillia*.

Por otro lado, Edgecombe et al. (2005) enfatizaron que la presencia de un surco que corre paralelo a la sutura facial es la única apomorfía que comparten todas las especies de *Porterfieldia*, mientras que la presencia de un campo preglabellar poco desarrollado consiste en un carácter plesiomórfico compartido con *Bienvillia*. Este último criterio es seguido aquí para la definición del género.

Porterfieldia sp. 1

(Ver fig 4.1 a 4.3, 8)

Materiales: Un cranidio con toracopigidio, cara y contracara (CPO 17-EST. 12 corazón 3810') y un fragmento de cranidio con los primeros segmentos torácicos.

Descripción: La forma general es ovalada. Los ejemplares presentan una glabela subcuadrada, casi tan larga como ancha, con los surcos glabellares laterales subparalelos, pero posteriormente son convexos. El surco preglabellar está poco definido, consiste en un surco ancho y poco profundo que converge con el surco del borde más profundo y definido, de modo que estos ejemplares no presentan campo preglabellar. El borde anterior es elevado y de apariencia convexa en vista dorsal.

La glabela presenta dos surcos glabellares simples, de forma convexa, y de aproximadamente el mismo largo, alcanzan 1/3 del ancho de la glabela medialmente, de forma distal no se conectan con los surcos axiales. En uno de los ejemplares hay indicios de un tercer surco glabellar corto, insinuado como una hendidura recta. El anillo occipital es relativamente largo (sag.), aparenta ser simple y porta un nodo axial prominente. El surco occipital es medialmente convexo.

La rama anterior de la sutura facial es convergente y se encuentra rápidamente con el margen anterior del cranidio. La rama posterior de la sutura facial se dirige hacia atrás, conformando una curva convexa que determina fixígenas posteriores con forma triangular, relativamente cortas (aunque las fixígenas no están completamente preservadas). En uno de los ejemplares, se presenta muy claro un surco que recorre paralelo a esta sutura determinando una cresta, apenas elevada.

Los lóbulos palpebrales se ubican anteriormente, cerca de las esquinas anteriores de la glabela. Su dirección es inclinada respecto de los surcos axiales. Son pequeños, reniformes, se extienden entre los indicios del S3 y el S2. Las librígenas son muy angostas y largas, de contorno semicircular. Probablemente portan una espina genal dado que en el material se distingue su base. El surco marginal es poco profundo y ancho, siendo más ancho y somero en la región anterior donde, además, se observa la presencia de una ornamentación estriada. Hacia el margen posterolateral, el surco es más angosto y profundo. El tórax presenta un eje axial relativamente ancho, ocupando más de un tercio del ancho total.

Los anillos axiales tienen indicios de presentar un nodo axial cada uno. El fulcro es muy proximal. Las pleuras torácicas son relativamente angostas (tr.) y las terminaciones pleurales son subredondeadas. El surco interpleural se encuentra bien definido, recorre recto cada segmento. En la parte anterior de cada pleura se encuentra una región articular de la misma bien definida, por un cambio en la convexidad, lo que otorga un aspecto puntiagudo a la terminación pleural. El tórax presenta al menos 12 segmentos.

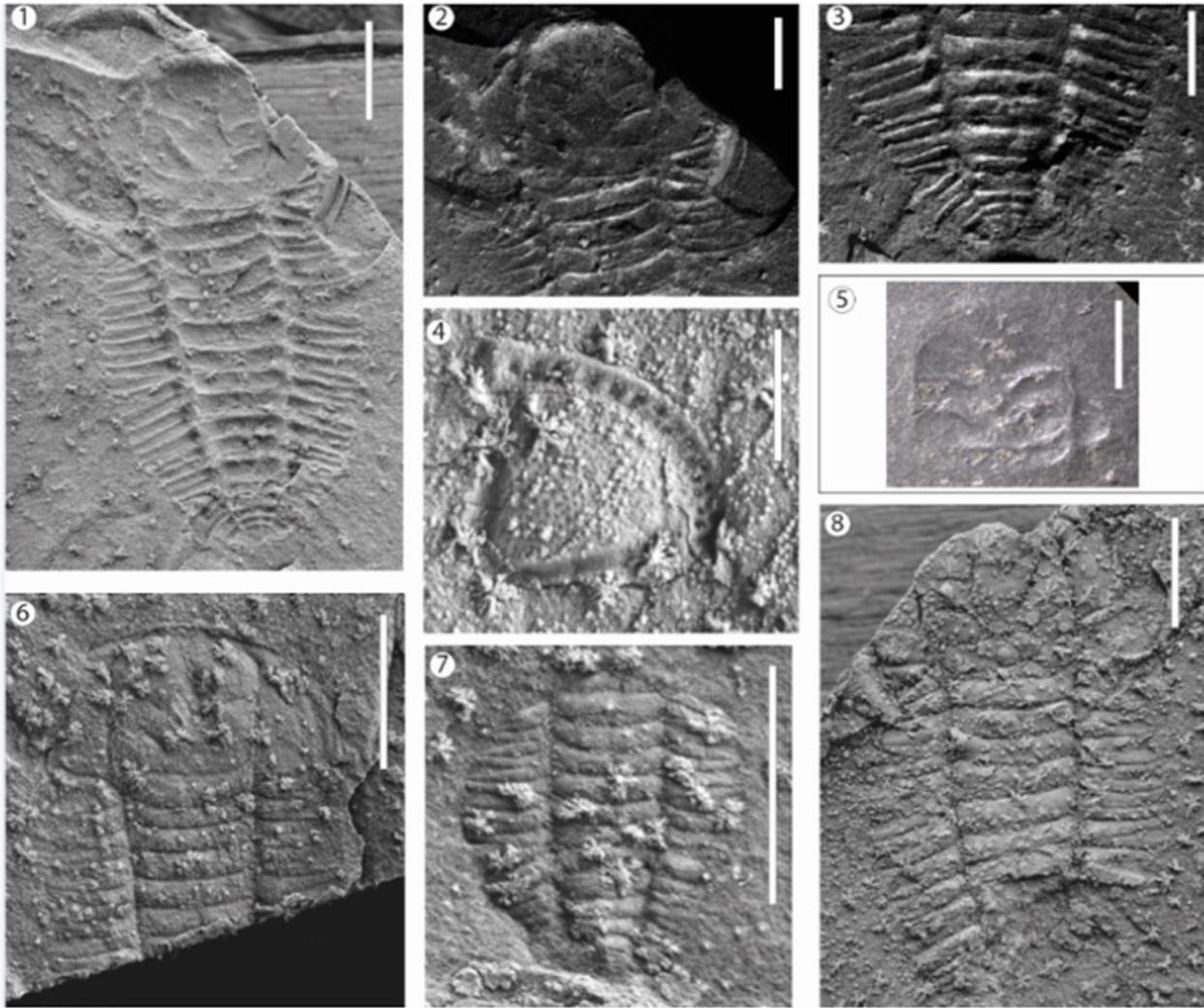


Figura 4. *Porterfieldia* sp. 1, CPO 17-EST. 12, profundidad 3810'; 1-3, 8. 1. Molde de ejemplar casi completo; 2. Detalle de cranidio; 3. Detalle de pigidio con los últimos segmentos torácicos; 8. cranidio parcial con segmentos torácicos; 4. Trinucleinae indet., CPO 17-EST. 12 profundidad 3807'-3810', fragmento de lóbulo genal y orla; 5. Triarthrinae indet. 1, CPO 17-EST. 12, profundidad 3807'-3810', cranidio pobremente preservado; 6. *Porterfieldia?* sp., CPO 17-EST. 12, profundidad 3807', cranidio con primeros segmentos torácicos; 7. Triarthrinae indet. 2, CPO 17-EST. 12, profundidad 3807', toracopigidio; Escalas: 1, 2, 3, 6, 7, 8 = 5 mm; 4, 5 = 2 mm.

El pigidio es pequeño, semielíptico, elongado transversalmente. Presenta un pigaxis ancho que ocupa gran parte del área del pigidio (más de un 1/3 del ancho). El pigaxis tiene una forma cónica, consta de tres segmentos axiales y una pieza terminal de forma redondeada, alcanzando el borde posterior del pigidio. El campo pleural es pequeño, se reconocen dos pigopleuras bien definidas por surcos interpleurales. Hacia el margen del pigidio hay un cambio en la convexidad, con un sector aplanado ancho que termina en un borde muy angosto apenas elevado. El margen del pigidio es liso, y en su parte posterior medialmente presenta una leve inflexión.

Comentarios: *Porterfieldia* sp. 1 presenta una morfología general del cranidio similar a *P. turneri* (Baldís y Pöthe, 1995) proveniente de la Formación Las Aguaditas, Precordillera

argentina (Edgecombe et al., 2005, Fig. 1). Sin embargo, se la puede distinguir por la presencia en esta última de un campo preglabellar más desarrollado y de surcos glabellares que tocan los márgenes laterales de la glabella.

La morfología del pigidio de *Porterfieldia* sp. 1 (Fig. 4.3) es muy diferente a la de *P. turneri* (Edgecombe et al., 2005, Fig. 1.10-13, 24), pues presenta una forma general más ovalada, el margen liso, y un pigaxis de forma cónica, con un margen posterior mejor definido y un menor número de segmentos. *P. maanssonae* Edgecombe et al., 2005 del miembro inferior de la Formación Gualcamayo, Precordillera Argentina (Edgecombe et al., 2005, Fig. 4) se diferencia de este material por la presencia de fíxigenas más cortas, una glabella más redondeada y surcos glabellares que contactan los márgenes laterales de la glabella.

El pigidio es similar, aunque en esta especie la segmentación es más pronunciada. El material de Colombia recuerda a *P. contayaensis* Hughes et al., 1980, proveniente de la Formación Contaya (Darriviliano) de Perú (Hughes et al., 1980, pl. 2 figs. 7, 10-12, 14) por la posición de los lóbulos palpebrales, la morfología de las fixígenas y de la glabela. Sin embargo, la especie de Perú presenta un campo preglabellar apenas más desarrollado.

Asimismo, el eje torácico presenta una forma más triangular, con un cambio muy marcado hacia la mitad del tórax, algo que no se observa en el material del CPO 17-EST. 12. *Porterfieldia* sp. 1 difiere de la especie tipo, *P. caecigena* proveniente de Athens sale, norte de Salem, Virginia (Raymond, 1925, pl. 2, fig. 16) por presentar surcos glabellares más curvos y que no se encuentran en contacto con los surcos axiales. En *P. caecigena*, los lóbulos palpebrales son prominentes, a diferencia del material aquí ilustrado, y están en contacto con los surcos axiales.

Porterfieldia cuadrata Waisfeld, 2001 de la Formación Acoite (parte superior de la zona de *Baltograptus deflexus* (Elles y Wood, 1901) de la Cordillera Oriental Argentina (Waisfeld, 2001, Fig. 4.F, L-0, S-X) presenta una segmentación glabellar similar, con surcos más someros adaxialmente y que no tocan los surcos axiales. Sin embargo, este rasgo es más marcado en el material de la cordillera argentina. A esta diferencia se suman un menor desarrollo de las genas interoculares y la parte anterior de la glabela, más larga y con una suave pendiente hacia delante en *P. cuadrata*.

Por lo destacado anteriormente, el material proveniente del CPO 17-EST. 12 corazón 3810' probablemente corresponda a una nueva especie de *Porterfieldia*. La decisión de mantenerla en nomenclatura abierta se debe a la poca cantidad de material que impide una descripción completa y detallada de la especie.

Porterfieldia? sp.

(Ver fig 4.6)

Material: céfalo parcial con primeros segmentos torácicos, CPO 17-EST. 12 corazón 3807'.

Descripción: Céfalo semicircular, con una glabela muy conspicua que ocupa prácticamente todo el céfalo. La glabela es subcuadrada, un poco más larga que ancha y apenas ensanchada en la parte anterior. Los surcos axiales son subparalelos y rectos. El surco preglabellar es indistinguible del surco del borde anterior, y medialmente es muy poco profundo. Hacia los laterales, el surco del borde parece presentar unos pequeños hoyuelos, muy delicados. El borde anterior, elevado y convexo en vista dorsal.

La glabela porta dos surcos laterales, apenas convexos, se ven más incisos medialmente, y hacia los surcos axiales se desdibujan, lejos de alcanzar los márgenes laterales de la glabela. El anillo occipital es relativamente largo, con un surco occipital medialmente convexo. Este anillo porta un tubérculo medial poco marcado. La rama anterior de la sutura facial es entre subparalela y levemente convergente. La rama posterior de la sutura facial parece ser apenas convexa, definiendo una librígena triangular alargada. Las fixígenas, angostas, no se encuentran completamente preservadas. En su parte posterior se curvan hacia adelante determinando un borde posterolateral redondeado.

El borde posterior es ancho y se encuentra definido por un surco relativamente profundo. En la esquina anterolateral se observan indicios de la continuación de este borde, aunque el surco que lo define se va desdibujando. La librígena es semicircular, muy angosta y larga, el borde se encuentra elevado y presenta una estriación paralela muy conspicua. Este borde está definido por un surco ancho y poco profundo. La parte posterior de la librígena no está preservada.

El ejemplar presenta los primeros cinco segmentos torácicos, aunque la preservación impide ver varios detalles de la morfología de las pleuras. El eje torácico es más ancho que las pleuras. Este se angosta hacia la parte posterior. El fulcro es muy proximal y las pleuras terminan en espinas rectas, tipo espigas. Un surco pleural recto recorre medialmente cada pleura y, en algunas de ellas, se puede reconocer un segundo surco pleural corto en su parte proximal.

Comentarios: Este espécimen parece presentar una cresta sutural, apenas esbozada en la parte posterolateral de la fixígena. Sin embargo, la preservación del material no permite determinar la presencia de esta cresta a lo largo de toda la sutura facial. Otras características que se observan en este material, tales como la ausencia de campo preglabellar, la presencia de lóbulos palpebrales pequeños y anteriores, justificarían su identificación como *Porterfieldia*.

De este modo, este espécimen es asignado al menos tentativamente a este género. La principal diferencia de este material con el anteriormente descrito es la forma de la glabela. En este caso los márgenes laterales son más rectos y los márgenes anterolaterales están mejor definidos, dando un aspecto rectangular. Además, es apenas más larga que ancha y los surcos glabellares son menos profundos. En este ejemplar se destaca la presencia de hoyuelos delicados en el surco anterior.

Estas puntuaciones están presentes en la mayoría de las especies de *Porterfieldia* (e.g. *P. cuadrata*, *P. turneri*, *P. maanssonae*), sin embargo, en este ejemplar parecen ser más

delicadas. En su morfología general, este espécimen recuerda a *P. cuadrata* de la Cordillera Oriental Argentina (Waisfeld, 2001, Fig. 4.F, I-0, S-X) por los surcos glabulares que se desdibujan adaxialmente sin alcanzar los márgenes laterales de la glabela; y porque la parte anterior de la glabela va desdibujándose anteriormente, generando la convergencia del surco preglabellar y el surco del borde anterior. La diferencia principal es la forma de la glabela, en este caso apenas más larga que ancha.

Triarthrinae indet. 1

(Ver fig. 4.5)

Material: Cranidio parcial, CPO 17-EST. 12, 3807'-3810'.

Descripción: Glabela subcuadrada, apenas más ancha que larga, con dos pares de surcos laterales bien incisos, convexos, no alcanzan los surcos axiales, medialmente se extienden casi hasta el centro de la glabela. La glabela parece presentar una ornamentación granulada.

El surco occipital es cóncavo, medialmente más recto y relativamente angosto. El resto preservado de la fíxigena derecha, indica que es muy angosta, alrededor de ¼ del ancho del anillo occipital. La rama posterior de la sutura facial parece dirigirse más o menos rectamente hacia atrás, quizás un poco convexa, resultando en una forma más o menos triangular, alargada. El borde posterior de la fíxigena es angosto (exsag.).

Comentarios: Este material difiere de los ejemplares anteriores asignados a *Porterfieldia* en la segmentación glabellar y por la presencia de una fíxigena más corta (exsag.). Por esta razón se lo separa de los anteriores. Sin embargo, no se encuentra preservada la parte anterior del cranidio y la sutura facial no puede observarse con claridad. Esto impide apreciar el desarrollo del campo preglabellar, la relación entre el surco del margen y el surco preglabellar, ambos caracteres necesarios para determinar el género de Triarthrinae al que pertenece.

Triarthrinae indet. 2

(Ver fig 4.7)

Material: toracopigidio pequeño CPO 17-EST. 12 corazón 3807'.

Descripción: Segmentos torácicos de ejemplar pequeño de contorno trapezoidal. La parte más ancha está en la zona media. Se cuentan 11 segmentos en total. El eje es ancho y los campos pleurales angostos, con pleuras puntiagudas. La forma del eje torácico en la parte posterior (a partir del sexto segmento) presenta un cambio en la dirección de los surcos axiales que hace que la forma posteriormente sea más triangular. Cada segmento axial presenta un nodo axial conspicuo. El pigidio es pequeño,

se encuentra muy mal preservado por lo que no se pueden ver sus características.

Comentarios: El ancho del eje torácico en proporción al ancho de las pleuras, sumado a las terminaciones puntiagudas de cada pleura indican que se trata de un tórax de triartrino. El hecho del que el ejemplar sea pequeño sumado a la presencia de 11 segmentos puede indicar que se trata de un ejemplar juvenil de alguno de las especies descritas.

Orden TRINUCLEIDA Swinnerton, 1915

Familia TRINUCLEIDAE Hawle y Corda, 1847

Subfamilia TRINUCLEINAE Hawle y Corda, 1847

Trinucleinae indet. (Ver fig. 4.4)

Material: fragmento de lóbulo genal y orla. CPO 17-EST. 12 corazón 3807'-3810'.

Descripción: Resto de lóbulo genal y orla de contorno subtriangular. La orla es angosta, presenta dos arcos de hoyuelos (I1 e In), cada uno con al menos 14 conjuntos de fosas en el fragmento preservado, ubicados en el sulco radial sobre la lamella superior. No parece presentar fosas adventicias posterolaterales. La región genal presenta una superficie tuberculada.

Comentarios: Existen dos características morfológicas importantes de la orla para determinar la clasificación supragenérica dentro de esta familia. La presencia/ausencia de la serie F de hoyuelos, excluyendo la fossula posterior, y la relación entre In y los otros arcos I (Hughes et al., 1975). En el caso de este material, la ausencia de hoyuelos de la serie F y el arreglo esencialmente lineal de los hoyuelos permitirían incluirlo dentro de la subfamilia Trinucleinae.

Sin embargo, debido a la ausencia de material más completo no se puede determinar el resto de los caracteres diagnósticos propuestos para este grupo. Por lo que puede observarse de la morfología de la orla, en particular la presencia de sólo dos arcos de hoyuelos, estos restos podrían pertenecer al género *Anebolithus* o al género *Famatinolithus* Harrington y Leanza, 1957. El primero de estos géneros ha sido registrado en el Floiano–Darriwiliano de Gales (Hughes et al., 1975; Fortey y Owens, 1978), en el Darriwiliano de Perú (Hughes et al., 1980) y posiblemente en Argentina (Sánchez y Waisfeld, 1995). Mientras que *Famatinolithus* es común en el Floiano y Darriwiliano de Argentina y Bolivia (Harrington y Leanza, 1957; Sánchez y Waisfeld, 1995).

El material colombiano recuerda a *Anebolithus tafuri* Hughes et al., 1980 de la Formación Cotayana en Perú (Hughes et al., 1980, pI. 3, figs. 5, 10), aunque no puede asignarse con

certeza a este género, pues no se preservaron otros caracteres necesarios para hacer esta asignación.

3.2 Fauna de braquiópodos asociados

Asociados a la fauna de trilobites recuperada de testigos correspondientes a los pozos CPO 17-EST. 12, La Heliera-1 y Negritos-1, se hallaron restos de braquiópodos referidos a los subphyla Linguliformea y Rhynchonelliformea. El material se encuentra en su mayoría fragmentado, pudiéndose solo observar la morfología externa. Entre los linguliformes, se reconocieron hasta el momento dos formas.

Una proveniente del pozo Negritos-1 hallada en los corazones 9126', 9132' y 9140' que muestra un contorno circular a subcircular, de tamaño no mayor a 2 mm, la cual muestra una ornamentación postmetamórfica compuesta de hoyuelos distribuidos en casi toda la superficie de la valva (Figs. 5.1-4).

Por este último carácter es que puede ser referida con dudas al género *Foveola* (Gorjansky, 1969), característico del Ordovícico Medio y Superior, registrándose en Estados Unidos (Alabama), centro y sur de Kazajistán, norte de Estonia y de Irlanda, y centro-oeste de Argentina (Holmer et al., 2017).

La otra forma proviene del pozo CPO 17-EST. 12, profundidad entre 3807' y 3810', donde un solo ejemplar

muestra el contorno oval elongado completo, posiblemente corresponda a una valva dorsal que alcanza casi los 5 mm, con una región posterior triangular y una anterior bien redondeada, y presentando una ornamentación de arrugas concéntricas fuertemente marcadas (Figs. 5.5-7).

Debido a la ausencia de material más completo, puede determinarse que estos restos pertenecerían a la familia Obolidae que, el rango estratigráfico de los sedimentos portadores y las características de los ejemplares, podría tratarse de representantes de los géneros *Plectoglossa* Cooper, 1956, *Rafanoglossa* Havlíček, 1980 o *Lingulella* Salter, 1866.

Por último, en el pozo La Heliera-1 (profundidad 8599,5'-8602') se recuperó un ejemplar de la clase Rhynchonellata, en el cual solamente se observa una valva incompleta, con una ornamentación de fuertes costillas radiales que presentan en algunas zonas una bifurcación (Fig. 5.8), la cual se observa en representantes del orden Orthida Schuchert y Cooper, 1932, y que podrían referirse a los géneros *Gondwanorthis* Benedetto y Muñoz, 2016, *Nanorthis* Ulrich y Cooper, 1938 o *Ranorthis* Öpik, 1939, sin embargo cualquier asignación genérica es puramente especulativa debido a la ausencia de valvas completas y caracteres internos.

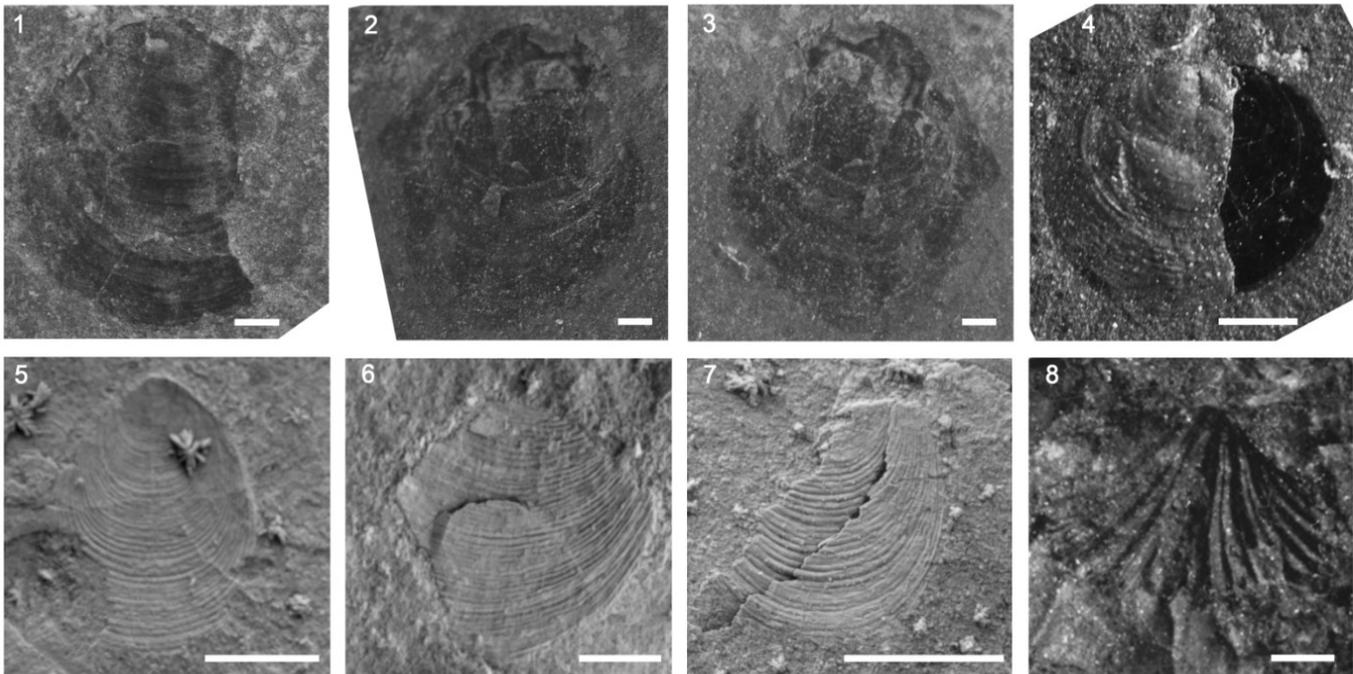


Figura 5. 1-4. *Foveola?* sp. 1, Negritos-1, profundidad 9 126'; 2-3, Negritos-1 profundidad 9 132'; 4, Negritos-1, profundidad 9 140'. 5-7. Obolidae indet.; 5, CPO 17-EST. 12, profundidad 3 807'- 3 810' (2-4); 6, CPO 17-EST. 12, profundidad 3 807'; 7, CPO 17-EST. 12 3 807'- 3 810' (2-6); 8, Orthida indet., La Heliera-1, profundidad 8 599 - 8 602'. Escalas: 1, 2, 3 = 0,2 mm; 4, 8 = 0,5 mm; 5, 6, 7 = 2 mm.

4. CONCLUSIONES

La fauna recuperada permitió asignarla al Ordovícico (Floiano–Darriwiliano). La asociación difiere en cuanto a su composición taxonómica a las previamente descritas en otros pozos de los Llanos Colombianos (La Heliera-1 y Negritos-1). La asociación faunística reportada en el Pozo La Heliera-1, perforado en la Subcuenca Casanare corresponde al Tremadociano. Por otro lado, el Pozo Negritos-1, correspondiente al intervalo Floiano–Dapingiano y localizado en la Subcuenca del Meta, se superpone en cuanto al rango estratigráfico con el pozo CPO 17-EST. 12, cuya rango se infiere dentro del intervalo Floiano–Darriwiliano. Las diferencias entre ambas asociaciones podrían indicar que cada uno de ellos corresponde a rangos más acotados dentro de ese lapso temporal o diferentes paleoambientes en la Cuenca. Sin embargo, para aclarar esta incógnita es necesario recuperar más material de ambos pozos.

La mayoría de los géneros de trilobites presentes en los Llanos Colombianos durante el Tremadociano–Darriwiliano son cosmopolitas (*Jujuyaspis*, *Protopeltura*, *Triarthrus* y *Porterfieldia*), aunque también se ha descrito un género endémico, *Helieranella*. Durante el Floiano el género *Porterfieldia* es conocido en Sudamérica y en el sur de Gales, volviéndose cosmopolita recién durante el Darriwiliano. A esto se suma la presencia del género *Anebolithus*, cuya distribución incluye Gales y Sudamérica durante el Floiano–Darriwiliano, indicando una afinidad de la fauna de los Llanos Colombianos con el margen noroeste de Gondwana, en particular con el margen Sudamericano y con el terreno de Avalonia. La fauna del CPO 17-EST. 12 es similar a la descrita para la Formación Contayana en Perú, aunque con menor diversidad.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses financieros o relaciones personales que puedan haber influido en el trabajo reportado en este artículo.

RECONOCIMIENTOS

Deseamos expresar nuestros agradecimientos al Geólogo Alexander Piragua (Proyecto Paleozoico Servicio Geológico Colombiano) quien fue el encargado de recuperar y seleccionar los fragmentos con macrofauna analizados. Agradecemos a Dr. J.L. Benedetto por su asistencia en la determinación del braquiópodo rinconélido. Además, queremos agradecer a los revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar este trabajo..

REFERENCIAS

- Aceñolaza, F. G. y Aceñolaza, G. F. (1992). The genus *Jujuyaspis* as a world reference fossil for the Cambrian-Ordovician boundary. En B. D. Webby y J. R. Laurie (eds.), *Global Perspectives on Ordovician Geology*, p. 115-120. Balkema: Rotterdam.
- Adrain, J. M. (2011). Class Trilobita Walch, 1771. En Z.-Q. Zhang (Ed.), *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148(1): 104–109.
- ANH-SGC 2022 Agencia Nacional de Hidrocarburos-Servicio Geológico Colombiano 2022. Proyecto Paleozoico Llanos Orientales 2022
- Angelin, N. P. (1851). *Palaeontologia Suecica. Pars I. Iconographia Crustaceorum Formationis Transitionis Fasc. I.* 24 pp. Weigel, Lund.
- Arminio, J. F., Yoris, F., Quijada, C., Lugo, J. M., Shaw, D., Keegan, J. B. y Marshall, J. E. A. (2013). Evidence for Precambrian stratigraphy in graben basins below the Eastern Llanos Foreland, Colombia. Conference and Exhibition. American Association Petroleum Geologists International. Cartagena, p. 1–35.
- Arnold, H. C. y Smith, W. R. (1964). Paleozoic Rocks of Merida Andes, Venezuela. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 48(1): 70–84.
- Baldis, B. A. J. y Pöthe de Baldis, E. D. (1995). Trilobites ordovícicos de la formación Las Aguaditas (San Juan, Argentina) y consideraciones estratigráficas. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, Córdoba, 60: 409–448.
- Baldis, B. A., Gonzáles, B. S. y Perez, V. E. (1984). Trilobites tremadocianos de la Formación Negritos (Perforación “La Heliera - 1”), Llanos de Colombia. III Congreso Latinoamericano de Paleontología, 28–41. México.
- Benedetto, J. L. y Muñoz, D. F. (2016). Plectothoid brachiopods from the Lower Ordovician of north-western Argentina; phylogenetic relationships with *Tarfaya Havlíček* and the origin of heterorthids. *Journal of Systematic Palaeontology*, 15: 43–67. <https://doi.org/10.1080/14772019.2016.1144086>
- Billings, E. (1865). *Paleozoic Fossils*, vol. 1. Geological Survey of Canada, 1–426.
- Brogger, W. C. (1882). Die Silurischen Etagen 2 und 3 in Kristianiagebiet und auf Eker. *Universitats Programm* 32, semestre 1882, Kristiania, 1–376.
- Brongniart, A. (1822). Les trilobites, En A. Brongniart y A. G. Desmarest, *Histoire naturelle des crustacés fossiles, sous les rapports zoologiques et géologiques*, p. 1–65. Paris: F. G. Levrault.
- Bulman, O. M. (1970). Part V, Graptolithina with sections on Enteropneusta and Pterobranchia, ch. 3, p. 95–157. *Treatise on invertebrate paleontology*. The Geological Society of America and the University of Kansas, US.
- Burmeister, H. (1843). Die Organisation der Trilobiten, aus ihren lebenden Verwandten entwickelt: nebst einer systematischen Übersicht aller zeither beschriebenen Arten. De Gruyter, Incorporated.

- Cocks, L. R. M. y Torsvik, T. H. (2002). Earth geography from 500 to 400 million years ago: a faunal and palaeomagnetic review. *Journal of the Geological Society*, 159(6): 631-644. <https://doi.org/10.1144/0016-764901-118>
- Cooper, B. N. (1953). Trilobites from the lower Champlainian formations of the Appalachian Valley. *Memoire of the Geological Society of America*, 55: 1-69.
- Cooper, G. A. (1956). Chazy and related Brachiopods. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 127: 1-1245.
- Cuen-Romero, F. J., Buitrón-Sánchez, B. E., Beresi, M. S., Palafox-Reyes, J. J. y Monreal, R. (2023). Ordovician stratigraphy and biota of Mexico. En T. Servais, D. A. T. Harper, B. Lefebvre y I. G. Percival (eds.), *A Global Synthesis of the Ordovician System: Part 2*, <https://doi.org/10.1144/SP533-2022-19>
- Dueñas, H. (2001). Paleozoic palynological assemblages from the Llanos Orientales Basin. Colombia 4th Annual Meeting American Association of Stratigraphic Palynologists. *Proceedings* (pp. 16), San Antonio, USA.
- Dueñas J., H. y Galvis J. V. (2020). Presencia de fósiles del Neoproterozoico en Colombia. I Congreso Colombiano de Paleontología, Villa de Leyva.
- Dueñas, H. y Césari, S. N. (2006). Palynological evidence of Early Carboniferous sedimentation in the Llanos Orientales Basin, Colombia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 138(1): 31-42. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2005.10.002>
- Dueñas-Jiménez, H. y Montalvo-Jónsson, J. (2020). Neoproterozoic records of the Llanos Orientales Basin, Colombia. *The Geology of Colombia*, 1: 91-99.
- Dueñas-Jiménez, H., Corredor-Bohórquez, V. E. y Montalvo-Jónsson, J. (2020). Paleontology of the Paleozoic rocks of the Llanos Orientales basin, Colombia. *The Geology of Colombia*, 1: 133-148.
- Edgecombe, G. D., Chatterton, B. D., Vaccari, N. E. y Waisfeld, B. G. (2005). Triarthrinid trilobites (Olenidae) from the Middle and Upper Ordovician, Precordillera of Argentina. *Journal of Paleontology*, 79: 89-109. [https://doi.org/10.1666/0022-3360\(2005\)079%3C0089:TTOFTM%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1666/0022-3360(2005)079%3C0089:TTOFTM%3E2.0.CO;2)
- Eichwald, E. v. (1840). Ueber das silurische Schichtensystem in Esthland. *Zeitschrift für Natur- und Heilkunde der medizinischen Akademie zu St. Petersburg*, 1: 1-222.
- Elles, G. L. y Wood, E. M. (1901). A Monograph of British Graptolites. Part 1. *Monographs of the Palaeontographical Society*, 55(260): 1-54.
- Fortey, R. A. (1974). The Ordovician Trilobites of Spitsbergen I. Olenidae. *Norsk Polarinstitut Skrifter*, 160: 1-129.
- Fortey, R. A. y Owens, R. M. (1978). Early Ordovician (Arenig) stratigraphy and faunas of the Carmarthen district, south-west Wales. *Bulletin of the British Museum, Natural History. Geology*, 30: 225-294, 11 pls.
- Gorjansky, V. J. (1969). Inarticulate brachiopods of the Cambrian and Ordovician of the northwest Russian Platform. *Ministerstvo Geologii RSFSR, Severo-Zapadnoe Territorialnoe Geologicheskoe Upravlenie* 6: 1-173.
- Green, J. (1832). A monograph of the trilobites of North America: with coloured models of the species (pp. 93). Philadelphia.
- Gutiérrez-Marco, J. C., Gómez, C. y Sarmiento, G. N. (2006). El Ordovícico de la Cordillera Central colombiana y su correlación con Perú. XIII Congreso Peruano de Geología, 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.
- Hall, J. (1858). Note upon the genus Graptolithus, and description of some remarkable new forms from the shales of the Hudson River Group, discovered in the investigations of the Geological Survey of Canada, under the direction of Sir WE Logan, FRS. *Canadian Naturalist and Geologist*, 3: 139-150.
- Hansen, T. (2009). Trilobites of the middle Ordovician Elnes formation of the Oslo Region, Norway. En *Trilobites of the Middle Ordovician Elnes Formation of the Oslo Region, Norway* (pp. 215).
- Harrington, H. J. (1938). Sobre las faunas del Ordoviciano inferior del norte argentino. *Revista del Museo de la Plata*, 1(4): 109-289.
- Harrington, H. J. y Kay, M. (1951). Cambrian and Ordovician faunas of Eastern Colombia. *Journal of Paleontology*, 25: 655-668.
- Harrington, H. J. y Leanza, A. F. (1957). Ordovician trilobites of Argentina. Department of Geology, University of Kansas, Special Publication, 1: 1-276.
- Havliček, V. (1980). Inarticulate brachiopods in the Lower Ordovician of the Montagne Noire (South France). *Memoire de la Societe d'Etudes Scientifiques de l'Aude* 1980: 3-11.
- Hawle, I. y Corda A. J. C. (1847). Prodom einer Monographie der böhmischen Trilobiten. *Abhandlungen der Königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Abhandlung* 5, 1-176. Prague.
- Holmer, L. E. y Popov, L. E. (2000). Lingulata. En Williams, A., Brunton, C. H. C., Carlson, S. J., et al. (eds.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, part H, Brachiopoda, revised, v. 2*. (pp. 30-146). Geological Society of America, Boulder, and University of Kansas Press, Lawrence.
- Holmer, L. E. y Popov, L. E. (2007). Linguliformea. En Williams, A., Brunton, C.H.C., Carlson, S.J., et al. (eds.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, part H, Brachiopoda (revised), vol. 7 (supplement)*. (pp. 2 532-2 559). Geological Society of America, Boulder, and University of Kansas Press, Lawrence.
- Holmer, L. E., Popov, L. E., Ghobadi Pour, M., Zhang, Z. y Zhang, Z. (2017). Unusually pitted Ordovician brachiopods from the East Baltic: the significance of coarsely pitted ornamentations in linguliforms. *Papers in Palaeontology*, 3, 387-399. <https://doi.org/10.1002/spp2.1080>
- Hughes, C. P. y Wright, A. J. (1970). The trilobites Incaia Whittard 1955 and Anebolithus gen. nov. *Palaeontology*, 13(4): 677-690, pls. 127-128.
- Hughes, C. P., Ingham, J. K. y Addison, R. (1975). The morphology, classification and evolution of the Trinucleidae (Trilobita). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 272(920): 537-604. <https://doi.org/10.1098/rstb.1975.0100>

- Hughes, C. P., Rickards, R. B. y Williams, A. (1980). The Ordovician fauna from the Contaya Formation of eastern Perú. *Geological Magazine*, 117(1): 1-20. <https://doi.org/10.1017/S0016756800033057>
- Ingham, J. K. y Tripp, R. P. (1991). The trilobite fauna of the Middle Ordovician Doularg Formation of the Girvan district, Scotland, and its palaeoenvironmental significance. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 82: 27-54.
- Kayser, E. (1876). Über primordiale und untersilurische Fossilien aus der Argentinischen Republik. *Palaeontographica, Supplementum 3, Lieferung 2, Theil II*.
- King, W. (1846). Remarks on certain genera belonging to the class Palliobranchiata. *Annals and Magazine of Natural History (series 1)*, 18: 26-42, 83-94.
- Klishevich, V. y Kolobova, I. (1990). Kobosnovaniyu vozrasta tolskoj serii (Severnyj Tyan'-Shan'). *Ezheg. Vses. Paleontol. Obshch.*, 33: 219-235.
- Kobayashi, T. (1936). On the Parabolinella fauna from Jujuy Province, Argentina. *Japanese Journal of Geology and Geography*, 13:85-102.
- Kutorga, S. S. (1848). Über die Brachiopoden-Familie der Siphonotretacea. *Russisch-Kaiserliche Mineralogische Gesellschaft Verhandlungen 1846*: 87-139.
- Landing, E. D., Westrop, S. R., & Keppie, J. D. (2007). Terminal Cambrian and lowest Ordovician succession of Mexican West Gondwana: biotas and sequence stratigraphy of the Tiñu Formation. *Geological Magazine*, 144(6): 909-936. <https://doi.org/10.1017/S0016756807003585>
- Legg, D. P. (1976). Ordovician trilobites and graptolites from the Canning Basin, Western Australia. *Geologica et Palaeontologica*, 10: 1-58.
- Lu, Y., Zhang, W. Z., Qian, Y. y Xiang, L. (1965). Trilobites of China. Science Press, Beijing. [In Chinese].
- Ludvigsen, R. y Tuffnell, P. A. (1983). A revision of the Ordovician olenid trilobite *Triarthrus Green*. *Geological Magazine*, 120: 567-577. <https://doi.org/10.1017/S0016756800027722>
- Månsson, K. (1998). Middle Ordovician olenid trilobites (*Triarthrus Green* and *Porterfieldia Cooper*) from Jämtland, central Sweden. *Earth and Environmental Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh*, 89(1): 47-62.
- Moreno Sánchez, M., Gómez Cruz, A. D. J. y Castillo González, H. (2008). Graptolitos del Ordovícico y geología de los afloramientos del río Venado (norte del departamento del Huila). *Boletín de Geología*, 30: 9-19.
- Nikolaisen, F. (1965). The middle Ordovician of the Oslo region, Norway, 18. Rare trilobites of the family Olenidae, Harpidae, Ityophoridae and Cheiruridae. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, 45: 231-248.
- Öpik, A. (1939). Brachiopoden und Ostrakoden aus dem Expansusschiefer Norwegens. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, 19: 117-142.
- Owen, A. W. y Parkes, M. A. (2000). Trilobite faunas of the Duncannon Group: Caradoc stratigraphy, environments and palaeobiogeography of the Leinster Terrane, Ireland. *Palaeontology*, 43(2): 219-269.
- Pouille, L., Danelian, T., Pour, M. G. y Popov, L. E. (2013). New and revised inarticulate Radiolaria and associated trilobites from the upper Darriwilian (Ordovician) Shundy Formation of Kazakhstan. *Journal of Paleontology*, 87(6): 1143-1159.
- Raymond, P. E. (1920). The appendages, anatomy and relationships of trilobites. *Memories of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 7: 1-169, 11 pls.
- Raymond, P. E. (1925). Some trilobites of the lower Middle Ordovician of eastern North America. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 67(1): 1-180.
- Resser, C. E. (1935). Nomenclature of some Cambrian trilobites. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 93(5):1-46.
- Robison, R. A. y Pantoja-Alor, J. (1968). Tremadocian trilobites from the Nochixtlán region, Oaxaca, Mexico. *Journal of Paleontology*, 42 (3): 767-800.
- Rushton, A. W. A. (1963). Paradoxides from Colombia. *Geological Magazine*, 100(3): 255-257.
- Salter, J. (1866). Appendix: On the fossils of North Wales. *Geological Survey of Great Britain, Memoir 3*: 240-381.
- Sánchez, T. M. y Waisfeld, B. G. (1995). Benthic assemblages in the northwestern of Gondwana: A test of the Ordovician evolutionary radiation model. En J.D. Cooper, M.L. Droser, S.C. Finney (eds.), *Ordovician Odyssey: Short papers for the seventh international symposium on the Ordovician system* (pp. 409-412).
- Schuchert, C. y Cooper, G. A. (1932). Brachiopod genera of the Suborder Orthoidea and Pentamerioidea, with notes on the Telotremita. *Memoirs of the Peabody Museum of Natural History*, 4: 1-270.
- Swinnerton, H. H. (1915) Suggestions for a revised classification of trilobites. *Geological Magazine (new series, decade VI)*, 2: 487-496, 538-545.
- Tortello, M. F. y Clarkson, E. N. (2003). Ontogeny of the Early Ordovician olenid trilobite *Jujuyaspis keideli Kobayashi* from northwestern Argentina. *Ameghiniana*, 40 (3): 257-275.
- Tortello, M. F., Esteban, S. B. y Aceñolaza, G. F. (2002). Trilobites from the base of the Ordovician System in Northwestern Argentina. En F. G. Aceñolaza (Ed.), *Aspects of the Ordovician System in Argentina. Serie Correlación Geológica, Tucumán*, 16: 131-142.
- Tortello, M. F. y Peralta, S. (2004). Trilobites del Miembro Inferior de la Formación Gualcamayo (Llanvirniano temprano) en el Cerro La Chilca, Precordillera de San Juan, Argentina. *Boletín Geológico y Minero (Madrid)*, 115(4): 665-682.
- Tripp, R. P. (1980). Trilobites from the Ordovician Balclatchie and lower Ardwell groups of the Girvan district, Scotland. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 71(3): 123-145.
- Ulloa, C., Pérez, V. E. y Baldis, B. (1982). Unidades litoestratigráficas del Ordovícico de los Llanos Orientales de Colombia. V Congreso Latinoamericano de Geología. *Memoirs*, 1: 109-120. Buenos Aires.
- Ulrich, E. O. (1930). Systematic paleontology, Trilobita. En J. Bridge (Ed.), *Geology of the Eminence and Cardareva quadrangles* (pp. 212-222, pls. 19-21). Bureau of Geology and Mines (Rolla), series 2, 24.

- Ulrich, E. O. y Cooper, G. A. (1938). Ozarkian and Canadian Brachiopoda. Geological Society of America Special Paper, 13: 1–323.
- Vaccari, N. E. y Waisfeld, B. G. (2010). *Kainella* Walcott, 1925 (Trilobita, Ordovícico Temprano) en el noroeste de Argentina y sur de Bolivia: Paleontología sistemática. *Ameghiniana*, 47(3): 273–292.
- Villarreal, C., Macía, C. y Brieva, J. (1997). Formación Venado, nueva unidad litoestratigráfica del Ordovícico colombiano. *Geología Colombiana*, 22: 41–49.
- Waisfeld, B. G. (2001). Trilobites of the family Olenidae from the Lower Ordovician (Arenigian) of the Argentine Cordillera Oriental. *Ameghiniana*, 38(2): 195–211.
- Waisfeld, B. G. y Vaccari, N. E. (2009). Trilobites from the Suri Formation (Lower Ordovician; Floian), Famatina Belt, Argentina. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, 37: 407–426.
- Walch, E. I. (1771). *Die Naturgeschichte der versteinerungen zur erläuterung der Knorr'schen Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur*. Dritter Theil. 235pp. Felßecker, Nürnberg.
- Weber, V. N. (1948). Trilobites of the Silurian deposits of the USSR. Part 1. The Lower Silurian trilobites. *Monografii po Paleontologii SSR*, 69: 1–111.
- Whittard, W. F. (1961). The Ordovician trilobites of the Shelve Inlier, West Shropshire. Part V. *Monographs of the Palaeontographical Society*, 163–196, 22–25 pls.
- Williams, A., Carlson, S., Brunton, C. H. C., Holmer, L. E., & Popov, L. E. (1996). A supra-ordinal classification of the Brachiopoda. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Biological Sciences*, 351: 1117–1193.
- Zhang, T. (1990). Discovery of the Ordovician trilobites in Altun Mountains, Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 8: 242–255. [In Chinese].
- Zhou, Z. Y. y Zhen, Y. Y. (2008). Trilobite record of China. Beijing: Science Press, 1, 402.
- Zhou, Z. Q., Li, J. S. y Qu, X. G. (1982). Trilobita. In *Palaeontological Atlas of Northwest China, Shaanxi-Gansu-Ningxia Volume (1): Precambrian - Lower Palaeozoic* (pp. 215–294). Geological Publishing House, Beijing. [In Chinese]