

# ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO DE LA SUCESIÓN DEL DEVÓNICO-PÉRMICO AL ORIENTE DE MANAURE Y SAN JOSÉ DE ORIENTE (SERRANÍA DEL PERIJÁ, COLOMBIA)

## STRATIGRAPHIC AND PETROGRAPHIC ANALYSIS OF DEVONIAN-PERMIAN SUCCESSIONS, EAST OF MANAURE AND SAN JOSÉ DE ORIENTE (PERIJA MOUNTAIN RANGE, COLOMBIA)

*Andrés Pastor-Chacón*<sup>1,3</sup>; *Jaime Reyes-Abril*<sup>2</sup>;  
*Carlos Cáceres-Guevara*<sup>3</sup>; *Gustavo Sarmiento*<sup>1,3</sup>; *Thomas Cramer*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Técnicas Aplicadas a Tectónica y Análisis de Cuencas, Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, Colombia. E-mail: [afpastorc@unal.edu.co](mailto:afpastorc@unal.edu.co); [gasarmientop@unal.edu.co](mailto:gasarmientop@unal.edu.co)

<sup>2</sup>Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería Geológica Mérida, Venezuela. E-mail: [jreyes@ula.ve](mailto:jreyes@ula.ve)

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, Colombia. E-mail: [cmcaceresg@unal.edu.co](mailto:cmcaceresg@unal.edu.co); [thrcramer@unal.edu.co](mailto:thrcramer@unal.edu.co)

---

Pastor Chacón, A.; Reyes Abril, J.; Cáceres Guevara, C.; Sarmiento, G.; Cramer, T. (2013). *Análisis estratigráfico de la sucesión del devónico-pérmico al oriente de Manaure y San José de Oriente (Serranía del Perijá, Colombia)*. GEOLOGIA COLOMBIANA, Vol. 38. Bogotá, Colombia. pp. 5-24.

Manuscrito recibido: 9 de octubre de 2012; aceptado: 13 de octubre de 2013

---

### Resumen

El Paleozoico Superior del noroccidente de Suramérica ha sido estudiado variablemente y se caracteriza por el contenido de depósitos de ambientes parálicos y de plataforma calcárea. Una de las áreas menos reconocidas es la Serranía del Perijá (Municipio de San José de Oriente, Departamento del Cesar) con una sucesión Devónico-Pérmico. Este artículo se enfoca en la litoestratigrafía y bioestratigrafía de dicha sucesión, en cuatro secciones de referencia. Se realizó un reconocimiento métrico que permitió definir la variabilidad litológica de las sucesiones así como la presencia de niveles fosilíferos de invertebrados con faunas distintivas de braquiópodos. Los análisis paleontológicos, petrográficos y las relaciones laterales de las secciones definen tres sucesiones: 1. Devónico, con los géneros *Eodevonaria*, *Devonochonetes*, *Acrospirifer*, *Camarotoechia*, *Pentagonia* y *Multispirifer*, con litoarenitas, sublitoarenitas, en ambientes litorales y de frente costero (*shoreface*) a playas (*foreshore*). 2. Carbonífero, con una fauna de *Fimbrinia*, *Schizophoria*, *Atrypa*, *Anthracospirifer*, *Alispirifer*, con lodolitas y litoarenitas en ambientes de plataforma calcárea somera. 3. Pérmico, con los géneros *Dyoros*, *Kutorginella*, *Rugatia* y *Neospirifer*, con biomicritas packstone y bioesparitas fosilíferas en ambientes arrecifales o de laguna costera (*lagoon*). Finalmente se discuten correlaciones y/o relaciones paleobiogeográficas con sucesiones en Venezuela, Perú y Bolivia.

**Palabras clave:** *Serranía del Perijá, braquiópodos, Devónico, Carbonífero, Pérmico.*

### Abstract

In northwestern South America, Devonian, Carboniferous and Permian rocks are represented with paralic and calcareous shelf environments. We made a paleontological-sedimentological study in different outcrops of the Paleozoic succession located in the Colombian flank of the Serranía del Perijá, near the municipalities of San José de Oriente and Manaure. Devonian is represented with occurrence of different brachiopod genera: *Eo-*

*devonaria*, *Devonochonetes*, *Acrospirifer*, *Camarotoechia*, *Pentagonia* and *Multispirifer*; Carboniferous is represented with a brachiopod association of *Fimbrinia*, *Schizophoria*, *Atrypa*, *Anthracospirifer* and *Alispirifer*. Permian is represented with brachiopods like *Dyoros*, *Kutorginella*, *Rugatia*, and *Neospirifer*. This faunal association and sedimentological characteristics suggests littoral, shoreface and foreshore environments for Devonian units; deltaic, littoral and shallow carbonate shelf environments for Carboniferous units. For Permian units, shallow to middle carbonate shelf and arrecifal zones. We analyzed in thin sections, Devonian lithic sandstones, sub-lithic sandstones and Permian packstones and biosparites. Finally, we discuss about stratigraphy, deposition environments and age of units; possible correlations and paleobiogeographic relationships with provinces as Venezuela, Perú and Bolivia.

**Keywords:** *Perijá Range Mountains, brachiopods, Devonian, Carboniferous, Permian*

## INTRODUCCIÓN

El Paleozoico sedimentario en Colombia ha sido estudiado en su contexto regional y paleontología (principalmente el Paleozoico Superior) por diversos autores sin llegar a definir claramente su litoestratigrafía. En el flanco colombiano de la Serranía del Perijá las unidades del Paleozoico Superior son prolíficas en fauna y flora, aun así no se han definido en estas faunas su bioestratigrafía y paleoambientes. Para avanzar en este conocimiento, se hizo un estudio de campo paleontológico-sedimentológico en el costado colombiano de la Serranía de Perijá y se analizó una amplia colección de invertebrados fósiles, con abundantes braquiópodos, extraídos de cuatro secciones de referencia en cercanías del municipio de Manaure. En las secciones se pudo diferenciar y describir sucesiones del Devónico, Carbonífero y Pérmico. En los braquiópodos la clasificación taxonómica a nivel de género fue acompañada por análisis sedimentológicos a fin de reforzar las interpretaciones paleambientales y correlaciones con otras áreas. Las faunas encontradas en estas sucesiones son correlacionables a las descritas para el Grupo Río Cachirí en el flanco venezolano de la Serranía del Perijá (Benedetto 1984; Liddle *et al.* 1943; Weisbord 1926), la Formación Floresta en los macizos de Floresta y Santander en Colombia (Caster 1939). Se encuentran igualmente relaciones con géneros de las formaciones Caño Indio y Río Palmar en el Perijá venezolano (Benedetto 1980; Sanchez 1982), Formación El Imán en el departamento de Tolima (Angiolini *et al.* 2013; Forero, A 1970a), el Paleozoico del Río Nevado en Santander (Stibane & Forero 1969) y géneros de la Formación Palmarito en los Andes Venezolanos (Hoover 1981).

## ANTECEDENTES

La Tabla 1 presenta una síntesis de la estratigrafía del Paleozoico sedimentario para las regiones de Quetame, Boyacá, Floresta, Santander, Perijá, Sierra Nevada de

Santa Marta, Serranía del Perijá y Andes Venezolanos. A continuación se describen las características generales de la estratigrafía y paleontología para el Cámbrico-Ordovícico, Devónico y Carbonífero-Pérmico de la Serranía del Perijá:

### *Estratigrafía de las Series del Perijá*

En cercanías de los municipios de Manaure (Balcón del Cesar) y Barrancas (departamentos del Cesar y la Guajira), se han mencionado cuatro unidades paleozoicas (ver Tabla 1): las Series del Perijá del pre-Devónico, la Formación Floresta del Devónico Inferior a Devónico medio, las Arenitas de Manaure (unidad informal) del Carbonífero Superior bajo, y la Formación Palmarito del Pérmico Inferior (ver Tabla 1). Para Forero (1970b) las Series del Perijá son una sucesión de filitas, cuarcitas y metarcosas, las cuales fueron afectadas por metamorfismo orogénico de bajo grado de presión y temperatura. En sección delgada, se caracterizan por poseer estructuras lepidoblásticas y foliación (Cáceres-Guevara 2011). Forero (1970b), propone una correlación con aquellas expuestas en la Cordillera Central de Colombia, en el Macizo de Quetame y en el extremo norte de la Serranía de La Macarena, tomando como referencia la similitud petrográfica entre sí y les atribuye una edad del Cámbrico-Ordovícico. En el flanco oriental de la Serranía (territorio venezolano) las Series de Perijá (Liddle *et al.* 1943) presentan esquistos gnéísicos, gneises graníticos con cataclasis, paragneises anfíbolíticos (Bowen 1969), cuarcitas y esquistos micáceos intruídos por granitos, que representan el basamento *sensu stricto*. Infrayacen al Grupo Río Cachirí, pero en contacto fallado con el mismo, no observándose las Series del Perijá definidas por Forero (1970b) en el costado occidental (territorio colombiano, ver Tabla 1).

### *Estratigrafía del Devónico*

En el Perijá venezolano Liddle *et al.* (1943), encuentran reposando discordantemente sobre las Series Sierra del

**Tabla 1.** Síntesis de las unidades litoestratigráficas del Paleozoico en el borde norte de Colombia y noroccidental de Venezuela. Los símbolos representan unidades datadas con fósiles. Basado en varios autores. Para mayor información consultar el texto principal.

Sistema	Series	Piso	Quetame	Floresta	Santander		Santa Marta		Sierra del Perijá		Andes Venezolano	
					Santander	Norte de Santander	Chundúa	Río Seco	Colombia	Venezuela	Mérida	Caparo
Pérmico	Lopingian				Tiburón		Los Indios-Conual					
	Guadalupian				Diamante-Río Nevada/Honda-Las palmas		Chundúa					
	Cisuralian		Capas rojas del Guatiquia-Clarín-Guacavía *									
Carbonífero	Pensilvaniano	Gzhelian										
		Kasimovian										
		Moscovian										
	Missisipiano	Bashkirian										
		Serpukhovian										
Devónico	Superior	Visean										
		Tourmasian										
		Famnenian										
	Medio	Frasnian										
		Givetian										
Silúrico	Inferior	Eifelian										
		Emsian										
		Pragian										
	Pridoli	Lochkovian										
		Ludlow										
Ordovícico	Superior	Hirnantian										
		Katian										
		Sandbian										
	Medio	Darriwilian										
		Dapingian										
Proterozoico	Inferior	Floian										
		Tremadoc										
		Furongian										
	Mesoproterozoico	Serie 3										
		Serie 2										
Arqueano	Paleoproterozoico	Terreneuvian										
		Neoproterozoico										
		Mesoproterozoico										
	Basamento desconocido no aflorante											

Perijá, una sucesión de conglomerados, limolitas arenosas, areniscas arcóscicas y limolitas calcáreas, propuestas como Grupo Río Cachirí con las formaciones Caño Grande, Caño del Oeste y Campo Chico (ver Tabla 1). De acuerdo a Liddle *et al.* (1943), la Formación Caño Grande de base a techo, se compone de arenitas cuarzosas de grano fino, grauvacas micáceas, calizas y lutitas bioclásticas. La Formación Caño del Oeste, parte media del Grupo, son cuarcitas micáceas, lutitas limolíticas, lutitas pizarrosas y al tope lutitas negras. La Formación Campo Chico, en el tope del grupo, es una sucesión de grauvacas cuarcíticas, interestratificadas con lutitas arenosas micáceas y niveles de calizas (Liddle *et al.* 1943). En el costado colombiano, en cercanías de Manaure Forero (1970b) encuentra una sucesión de rocas siliciclásticas fosilíferas de ambientes marinos someros, cuya fauna es comparable a la descrita en Floresta, Boyacá por Caster (1939), lo que le permite definir esta sucesión como Formación Floresta, subdividida a la vez en cuatro conjuntos litológicos. Tomando la definición de Liddle *et al.* (1943), Forero (1970b) sugiere sinonimia y la correlaciona con el Grupo Río Cachirí de Venezuela.

#### ***Estratigrafía del Carbonífero-Pérmico***

Para el Carbonífero, en el Perijá colombiano Forero (1970b) mencionó y asignó informalmente las Arenitas de Manaure (ver Tabla 1), como una sucesión compuesta de base a tope por conglomerados, areniscas rojas, calizas arenosas, margas y calizas. Las mismas se encuentran reposando en discordancia sobre la Formación Floresta, que a su vez, infrayace discordantemente al Pérmico de la Formación Palmarito (Forero, A 1970b) (ver Tabla 1). En el Perijá venezolano, Bowen (1969) define las formaciones Caño del Noroeste, Caño Indio y Rio Palmar, las cuales reposan por debajo de la Formación Palmarito y representan el Carbonífero medio-superior.

Autores como Ujueta & Llinas (1990) realizan análisis petrográficos de algunas muestras de la sucesión Paleozoica y un mapa fotogeológico en la parte noroccidental de la Serranía, en los cuales agrupan las unidades tomando en cuenta la nomenclatura sugerida por Forero (1970b). Concluyen que las rocas del Devónico - Carbonífero poseen composiciones subarcóscicas, así como sublitoareníticas, mientras que las rocas del Pérmico se componen de packstones, wackstones fosilíferos y localmente intercalaciones de litoarenitas. Pastor-Chacón (2011) y Cáceres-Guevara (2011) desarrollan una revisión paleontológica y petrográfica de la sucesión en diferentes zonas del flanco occidental de la Serranía, definiendo y detallando conjuntos con fauna de edad devónica, carbonífera y pér-

mica, además de validar los resultados presentados por Ujueta & Llinas (1990).

#### ***Estudios paleontológicos en el Perijá***

El primer estudio paleontológico en el costado venezolano de la Serranía del Perijá corresponde a Weisbord (1926) quien clasifica y define nuevas especies de braquiópodos y otros invertebrados que asigna al Devónico. Trumphy (1943) describe por primera vez en el costado colombiano los niveles fosilíferos paleozoicos, mencionando un listado faunístico y asociándolo a una columna estratigráfica compuesta, en la que se diferencian niveles de edad Devónico y Carbonífero - Pérmico. Bowen (1969) proporciona listados faunísticos globales para cada una de las unidades devónicas del costado venezolano de la serranía e introduce el término Formación Los Guineos, que supone es infrayacente a la Formación Caño Grande. Forero (1970b), realiza un muestreo paleontológico propio y revisa las referencias paleontológicas de diferentes autores (Caster 1939; Miller & Williams 1945; Stibane 1967b, a, 1968; Stibane & Forero 1969; Thompson & Miller 1949; Trapp 1969), mencionando tres unidades en el Paleozoico: la Formación Floresta del Devónico Inferior a Medio (coeval a la misma unidad en Floresta), las Arenitas de Manaure del Carbonífero Superior y la Formación Palmarito del Pérmico Inferior (conocida en el Perijá venezolano). Posteriormente, Benedetto (1979) y Sánchez & Benedetto (1983), con base en los trabajos de Caster (1939), Liddle *et al.* (1943) y Weisbord (1926, 1967), definen una amplia fauna de moluscos y braquiópodos, y sugieren edades devónicas para el Grupo Río Cachirí, edades entre el Carbonífero medio-superior para las formaciones Caño del Noroeste, Caño Indio y Rio Palmar, descartando la validez de la Formación Los Guineos de Bowen (1969). Benedetto (1984), en su tesis doctoral, estudia una amplia colección de braquiópodos de la Formación Caño del Oeste y Caño Grande, y asigna una edad del Devónico Inferior a Medio para el Grupo Río Cachirí. A partir de la distribución estratigráfica sugerida por Benedetto (1984), diferentes autores han desarrollado trabajos taxonómicos en flora (Berry & Edwards 1994; Edwards & Benedetto 1985), fauna fósil (Pires de Carvalho & Moody 2000; Young & Moody 2003; Young *et al.* 2000) y paleoecología (Barrett 1986) corroborando las edades designadas por Benedetto (1984).

#### **UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

La zona de estudio se ubica entre los municipios de San José de Oriente y Manaure Balcón del Cesar, Departam-

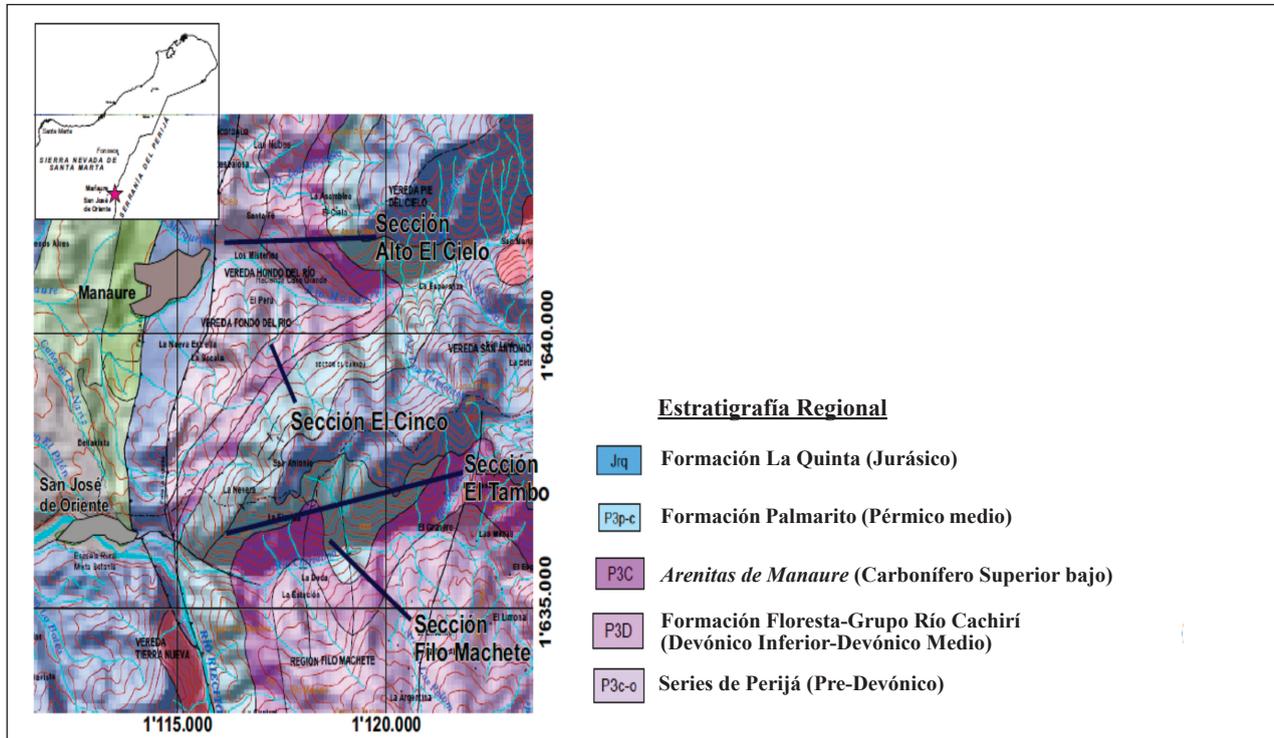


Figura 1. Localización del área de estudio

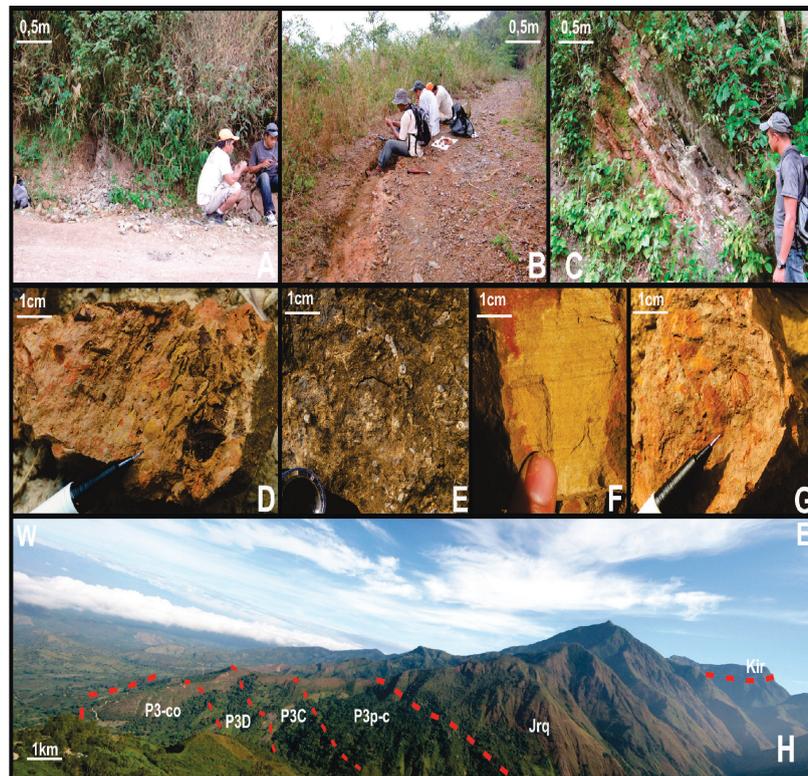


Figura 2. Fotografías de los diferentes afloramientos de la sucesión del Paleozoico en el Perijá Colombiano. Nótese el alto grado de meteorización y tectonismo sufrido por la roca. Fotos A y B: Muestreo paleontológico en el Alto del Cielo. Foto C: Afloramiento típico de las Series del Perijá. Fotos D, E, F y G: Fotografía de las muestras de mano de los diferentes niveles muestreados en la Formación Floresta. Foto H: Panorámica del Alto del Cielo tomada desde la vía que conduce del municipio de Manaure a la Vereda El Cinco. Los contactos entre las diferentes unidades y su nomenclatura corresponden a la cartografía base de INGEOMINAS & GRP Ltda. (2010) con verificación de campo detallada en este trabajo.

mento del Cesar (Figura 1). Las secciones levantadas se midieron a lo largo de caminos de herradura hacia las diferentes veredas entre municipios (Figura 2), en el cuadrado de coordenadas 10°20'0"N-11°5'0"N (1'630.000m-1'645.000m); 73°4'20"W-72°54'0"W (1'110.000m-1'130.000m), tomando como referencia el sistema de proyección MAGNA Sirgas de origen en la ciudad de Bogotá. A nivel de topografía base, las planchas del IGAC 27, 28, 34 y 35 a escala 1:100.000, cubren la totalidad de la zona. De la misma manera, INGEOMINAS y GRP LTDA (2010) con sus planchas 27, 28, 34 y 35 a escala 1:100.000, han brindado los mapas geológicos base.

### METODOLOGÍA

En campo se midieron las secciones estratigráficas con cinta métrica, brújula y GPS, basados en las secciones y mapas estudiadas por Forero (1970b), Kellogg (1984). INGEOMINAS y GRP Ltda (2010), Cáceres-Guevara (2011) y Pastor-Chacón (2011) y se hizo el muestreo para los análisis paleontológicos y petrográficos tomando en cuenta los estudios de Forero (1970b) y Ujueta & Llinás (1990). En laboratorio se seleccionó el material paleontológico, la matriz se separó por medios mecánicos (percusión) y ataque químico (disolución con ácidos acético, clorhídrico y sulfúrico); para finalmente hacer una tinción con cloruro de amonio que permite acentuar los rasgos morfológicos de los individuos y una mejor captura fotográfica básica en la posterior comparación taxonómica. El análisis de las secciones delgadas implicó un conteo petrográfico. Se editaron láminas fotográficas del material fósil, se digitalizó mapas y columnas estratigráficas junto a la interpretación petrográfica.

### RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LAS SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS

Se describieron y muestrearon cuatro secciones estratigráficas en sentido E-O que incluyen todo el Paleozoico de la Serranía a saber: Alto El Cielo, El Cinco, El Tambo y Filo Machete (Figura 1), adicionalmente se realizó un barrido y prospección geológica en la sección Barrancas, no obteniendo material pre-Pérmico. La descripción de las secciones incluye la litoestratigrafía, rasgos petrográficos y los datos temporales basados en la fauna de braquiópodos.

#### Sección Alto El Cielo

Ubicada en la vía que conduce del municipio de Manaure hacia la Vereda Pie del Cielo (Figura 1). Es la sección de

referencia del trabajo de Forero (1970b), en donde la sucesión paleozoica tiene un espesor aproximado de 600 m, de los cuales 314 m fueron medidos y descritos para este trabajo. De base a tope (Figura 3), se identifican las metapelitas (metalimolitas y metarenitas) de las Series del Perijá, sobre las que suprayacen discordantemente, intercalaciones de limolitas rojizas fosilíferas con laminación interna plano paralela a levemente ondulosa y litoarenitas grisáceas de grano muy fino sin estructuras internas de la Formación Floresta. Corresponde posiblemente esta sucesión, al conjunto CoD2 y parte de la base del conjunto CoD3 de (Forero, A 1970b). Petrográficamente, las litoarenitas de la Formación Floresta se caracterizan por tener un gran contenido de líticos de filitas y cuarcitas, así como feldspatos potásicos alterados a caolín y sericita; los cristales de biotita y los líticos de filitas, evidencian deformación dúctil debido a la fuerte compactación durante la diagénesis, además de la presencia de contactos rectos y suturados entre granos que traen como consecuencia la pérdida de porosidad (Figura 4).

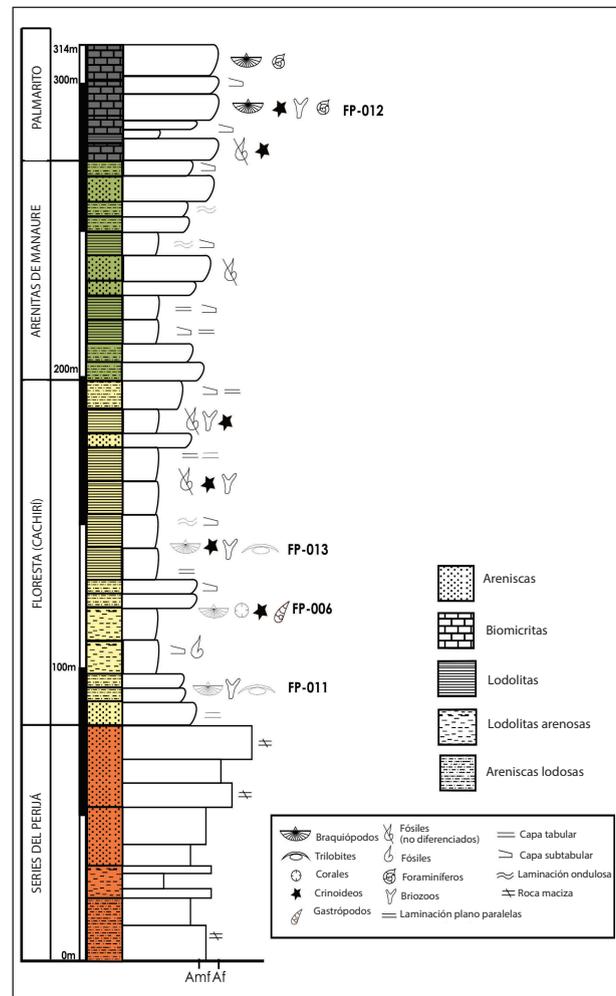
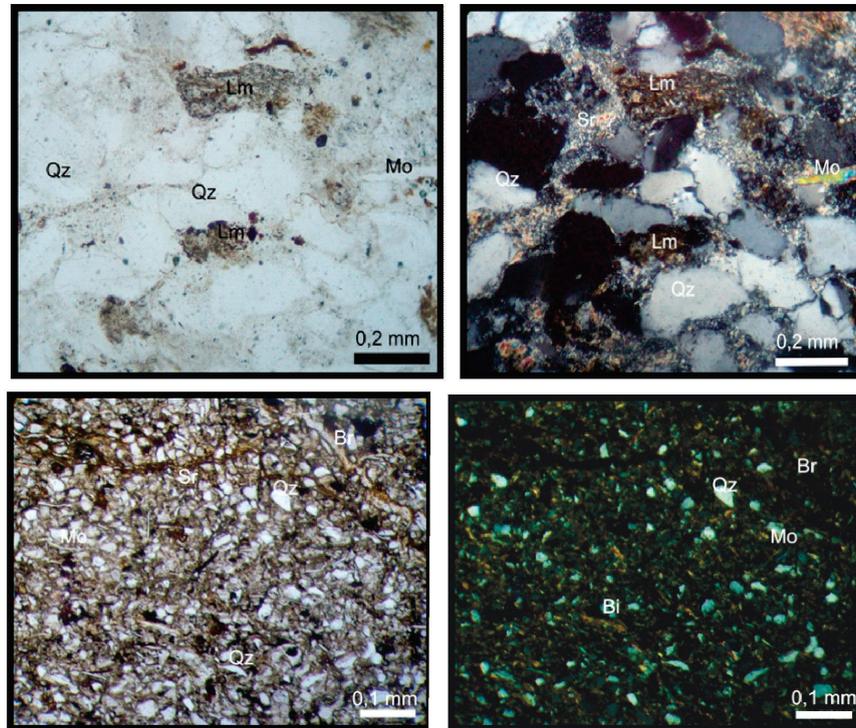


Figura 3. Columna estratigráfica de la Sección Alto El Cielo



**Figura 4.** Sección Alto del Cielo. Muestra petrográfica FP-006: superior izquierda, sección en PPL, superior derecha, sección en XPL, nomenclatura; Qz: cuarzo, Fk: feldespato alcalino, Lm: líticos metamórficos, Mo: moscovita y Bi: biotita. Muestra FP-005, inferior izquierda, sección en PPL, inferior derecha, sección en XPL, nomenclatura: Qz: cuarzo, Mo: líticos metamórficos, Sr: sericita, Bi: biotita y Br: resto de braquiópodo.

A la Formación Floresta suprayace discordantemente una sucesión de limolitas y areniscas (localmente calcáreas) de grano muy fino a medio con abundante muscovita, y con laminación interna plano paralela, pertenecientes a las Arenitas de Manaure y en particular al conjunto de limolitas y lodolitas descrito por Forero (1970b). Finalmente, suprayacente y en discordancia (ver Figuras 10 y 11), se reconoce un grupo de bioesparitas fosilíferas correspondientes a la Formación Palmarito. Estas bioesparitas se encuentran afectadas por procesos de compactación y pérdida de porosidad.

### **Sección El Tambo**

Esta sección se ubica en la vía entre San José de Oriente-Vereda El Tambo y tiene un espesor de 180m (Figura 7). Es posible identificar hacia la base lodolitas arenosas con niveles de litoarenitas de grano fino de la Formación Floresta (principalmente el conjunto CoD2 de Forero (1970b)); suprayacen niveles de lodolitas rojizas y tobas vítreas de la Formación La Quinta. Encima de la Formación Floresta se reconoce una secuencia de shales rojizos calcáreos, biomicritas mudstone y packstone fosilíferas, y bioesparitas grainstones con fragmentos de braquiópodo-

dos, briozoos, corales, artejos de crinoideos y foraminíferos que representan el segmento superior de la Formación Palmarito.

En sección delgada, las litoarenitas de la Formación Floresta muestran contactos suturados, rectos, deformación de granos, pérdida de porosidad, transformación de clorita y sericita desde la matriz lodosa, además de precipitación de óxidos de hierro (Figura 8).

### **Sección El Cinco**

Esta sección tiene un espesor aproximado de 190 m, medido en la vía que conduce del municipio de Manaure a la Vereda El Canadá (Figura 1), en los cuales se pudo identificar hacia la base, limolitas fosilíferas correspondientes a la Formación Floresta (posiblemente al conjunto CoD2 de Forero 1970b), reposando discordantemente sobre las Series del Perijá. Suprayacente a la Formación Floresta, se reconoce una sucesión de biomicritas textura packstone y bioesparitas con abundantes briozoos, braquiópodos, foraminíferos, corales y crinoideos correspondientes a la parte superior de la Formación Palmarito descrita por Forero (1970b) (Figura 5).

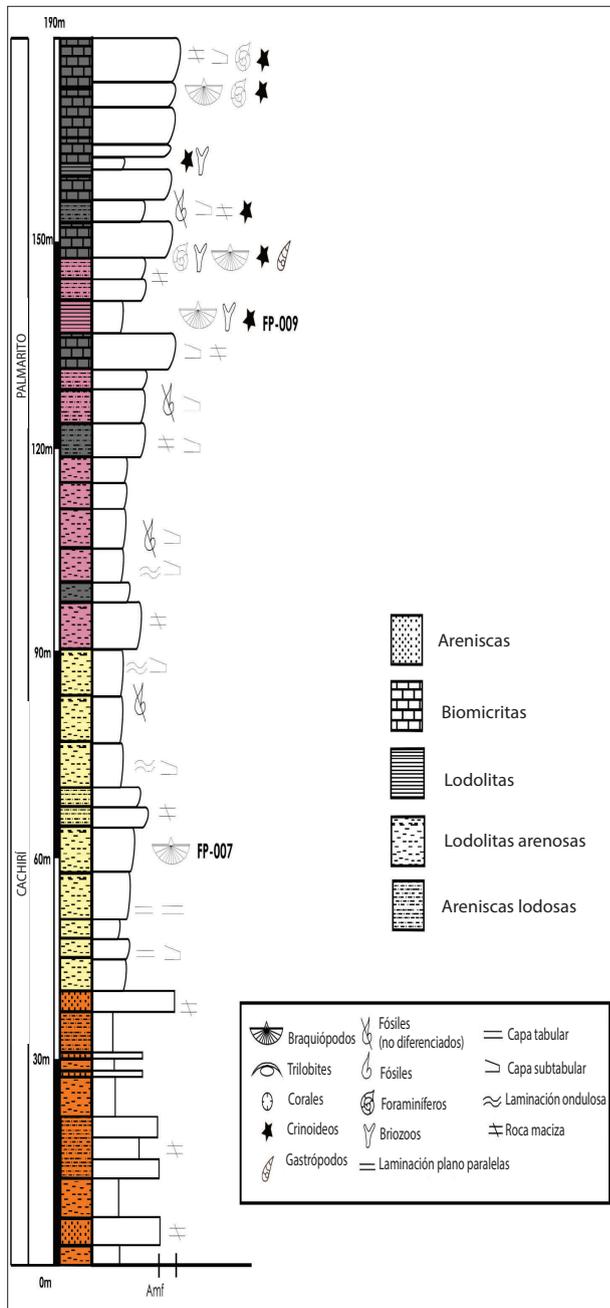


Figura 5. Columna litoestratigráfica de la Sección El Cinco

En los análisis petrográficos de la Formación Floresta se reconocieron algunos niveles de litoarenitas feldespáticas, similares a los observados en la Sección Alto El Cielo: contactos rectos y suturados entre granos, granos deformados y pliegues de muscovitas de tipo *kink*, pérdida de porosidad y alteración de feldespatos potásicos a sericita.

### Sección Filo Machete

Fue posible medir aproximadamente 2050 m de sección, sobre la vía que conduce de San José de Oriente a la Vere-

da Filo Machete (Figura 1), a lo largo de afloramientos de talud de carretera. Se reconocieron hacia la base lodolitas levemente calcáreas con niveles locales de litoarenitas de grano fino a medio, pertenecientes a la Formación Floresta (posiblemente corresponden al conjunto CoD2 de Forero 1970b). Suprayacen en discordancia a las Series del Perijá e infrayacen a una sucesión de lodolitas fosilíferas levemente calcáreas con niveles locales de litoarenitas de grano fino que corresponden a las Arenitas de Manaure definidas por Forero (1970b). Finalmente, las Arenitas de Manaure infrayacen a un conjunto de lodolitas rojizas levemente calcáreas y biomicritas con braquiópodos, briozoos y foraminíferos que corresponden al conjunto superior de la Formación Palmarito descrito por Forero (1970b) (Figura 9).

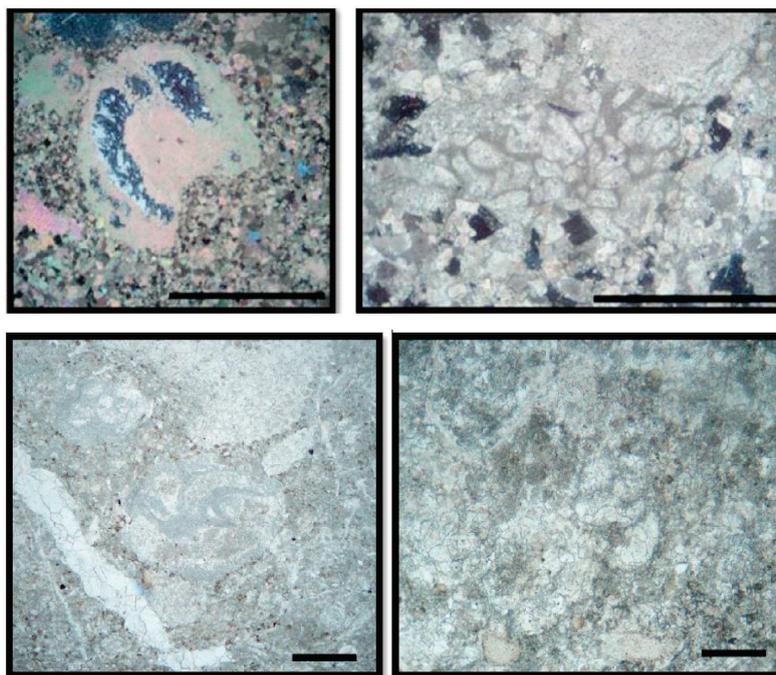
En sección delgada, las sublitoarenitas contienen granos deformados, contactos suturados entre granos, pérdida de porosidad, deformación tipo *kink* en biotitas, alteración de feldespatos potásicos a sericita y caolín, además de la deformación de líticos metamórficos de filitas.

## DISCUSIÓN

### *Ambientes de depósito y rasgos estratigráficos del Devónico*

El Devónico inferior en Colombia es un intervalo de tiempo que se caracteriza por el depósito de unidades de predominio continental (ej. Formación Tibet de Mojica & Villaroel 1984, Secuencia Paleozoica del Cañón del Río Chitaga de Boinet *et al.* 1986) las cuales se interpretan como una molasa producto de las fases finales de la Orogenia Quetame y han sido datados gracias a la ocurrencia de esporas (Grosser & Prossl 1994) y plantas (Boinet *et al.* 1986); corresponden a unidades que poseen espesores que en muchos casos superan los 300m. Particularmente, la Formación El Tibet estudiada por Tellez & Sotelo (1997) fue descrita como depósitos asociados a canales fluviales y llanuras de inundación, en el que el nivel base gradualmente asciende hacia ambientes con predominio marino. En este estudio, no encontramos unidad alguna que pudiera asociarse al Devónico Inferior, aunque no se descarta su posible existencia.

Para el Devónico medio, la sedimentación de las sucesiones se desarrolla de manera monótona y posiblemente ininterrumpida, con depósito de sedimentos finogranulares (litoarenitas principalmente) que contienen estructuras como la laminación plano paralela a levemente ondulosa y bioacumulaciones de braquiópodos, trilobites, corales,



**Figura 6.** Sección Alto del Cielo. Muestra petrográfica FP-012: superior izquierda, sección en XPL, superior derecha, sección en PPL, biomicrita packstone con restos de equinodermos y briozoos. Sección El Cinco. Muestra petrográfica FP-009, inferior izquierda, sección en PPL, inferior derecha, sección en PPL, biomicrita packstone con restos de *Globalvulina* sp.

crinoideos y briozoos. La sedimentación se desarrolló en ambientes de playa (*foreshore*) y frente costero (*shoreface*), tal como algunos autores plantean, para unidades en el lado venezolano de la Serranía (Benedetto, J.L 1984; Sanchez & Benedetto 1983), así como en otros lugares de Colombia (Forero, A 1970b; 1991; Janvier & Villaroel 1998; Mojica & Villaroel 1984; Moreno-Sanchez 2004). De acuerdo a lo observado a lo largo de las secciones medidas, puede afirmarse que la Formación Floresta reposa en discordancia sobre las Series del Perijá y que dada su litología y contenido fosilífero corresponde en gran parte al conjunto CoD2 y partes del conjunto CoD3 de la Formación Floresta descrita por Forero (1970). En nuestras observaciones no fue posible identificar los conjuntos restantes y en particular el conglomerado basal del Devónico, documentado por Stibane (1967b, 1967a), Forero (1970b) y Barrett (1988) debido al intenso tectonismo y a los procesos de meteorización que afectan la totalidad de la sucesión (ver Figura 2).

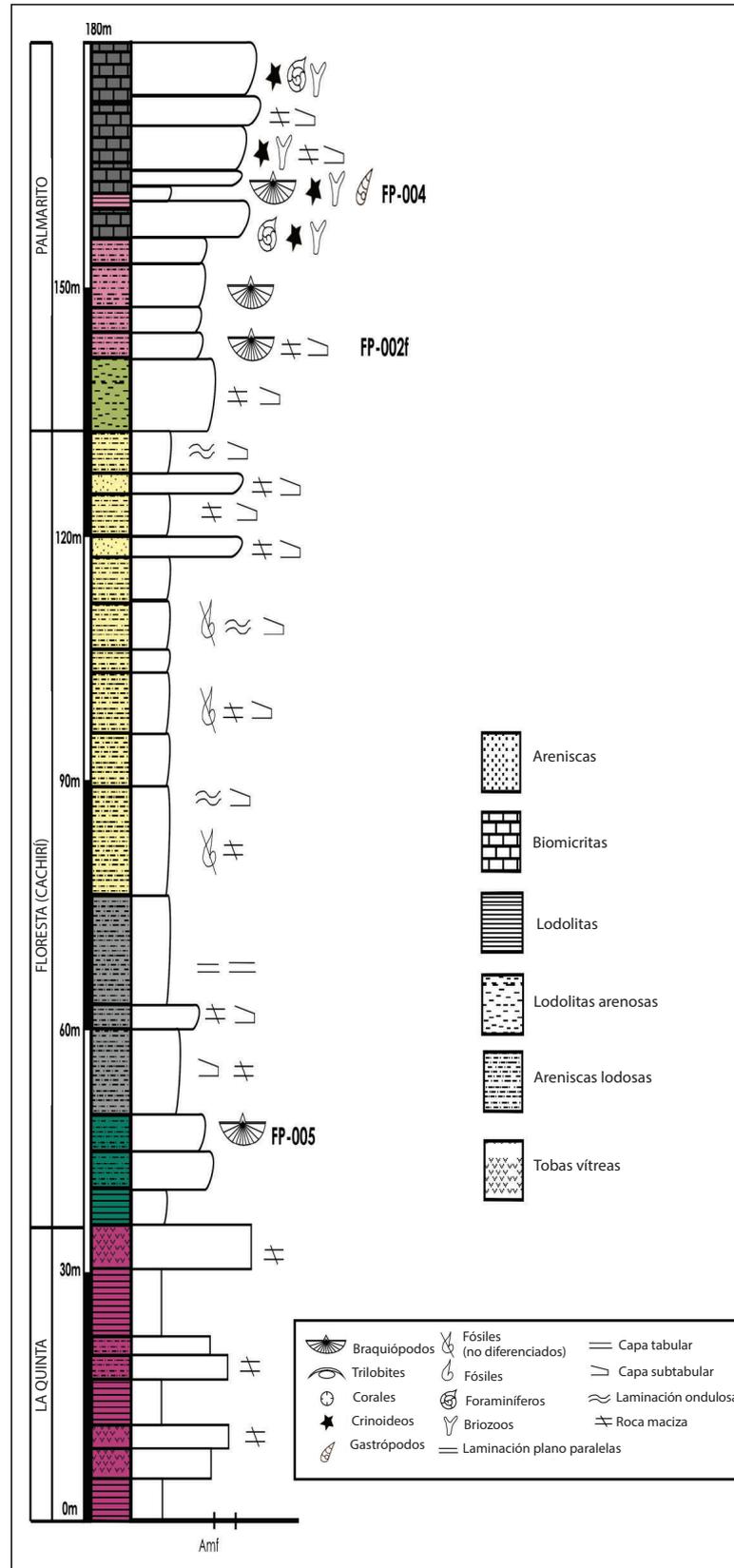
Desde el punto de vista diagenético, Cáceres (2011) describe para la Formación Floresta procesos de deformación, pérdida de porosidad y caolinitización en feldspatos. Barrett (1986) plantea que los procesos de meteorización y disolución de los carbonatos han elimi-

nado toda evidencia de diagénesis; sin embargo, en algunos casos describe eventos puntuales de silicificación, los cuales debieron suceder mucho tiempo después de la litificación.

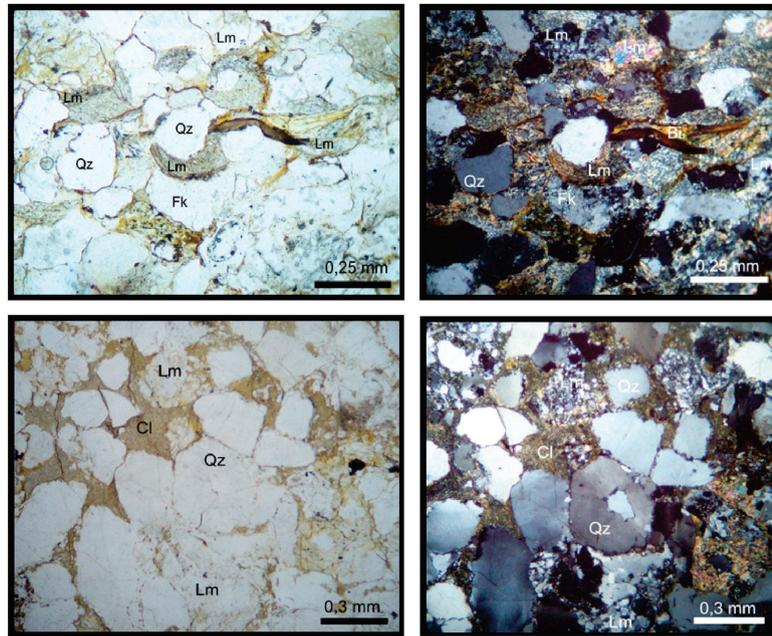
Es de resaltar, que a lo largo de toda la sucesión paleozoica, no se identificaron niveles del Devónico superior (aunque no se descarta su existencia), lo cual marca una diferencia con las sucesiones devónicas estudiadas en el flanco venezolano de la Serranía (Sánchez & Benedetto 1983, Benedetto 1984), así como en el Macizo de Floresta (Mojica & Villaroel 1984). El Frasniense – Fameniense se considera un intervalo de tiempo en el que predominan ambientes de tipo deltaico o marino-marginales gracias a los hallazgos de ictiofauna y flora tanto en el Macizo de Floresta (Janvier & Villaroel 1998; Moreno-Sanchez 2004), como el flanco venezolano de la Serranía (Berry & Edwards 1994; Edwards & Benedetto 1985; Young & Moody 2003; Young *et al.* 2000).

#### ***Ambientes de depósito y rasgos estratigráficos del Carbonífero***

Existe poco conocimiento acerca de los medios de depósito durante el Missisipiano en Colombia. Diferentes



**Figura 7.** Columna estratigráfica Sección El Tambo de la Formación Floresta y parte de la Formación Palmarito.



**Figura 8.** Sección El Tambo. Muestra petrográfica FP-003a: superior izquierda, sección en PPL, superior derecha, sección en XPL, nomenclatura: Qz: cuarzo, Fk: feldespato alcalino, Lm: líticos metamórficos y Bi: biotita. Muestra FP-003b, inferior izquierda, sección en PPL, inferior derecha, sección en XPL, nomenclatura: Qz: cuarzo, Fk: feldespato alcalino, Mo: lítico metamórfico y Bi: biotita.

autores han ubicado estratigráficamente en el Carbonífero una potente sucesión siliciclástica de lodolitas y areniscas en la cual resalta la presencia de capas rojas (*red beds*) que se extenderían desde el Perijá (Benedetto 1980; Forero 1970b), Santander (Rabe 1974; Stibane & Forero 1969), los Andes de Mérida (Arnold 1966; Shell & Company 1964) y Cundinamarca (Renzoni 1968; Stibane 1967a). No obstante, la única datación con fósiles de esta edad, ha sido documentada por Dueñas & Cesari (2005) quienes reportaron palinoflora del Tournaisiense-Viséaniense en el subsuelo de la Cuenca de los Llanos Orientales. Si bien es cierto que esta observación permitiría deducir condiciones ambientales similares a las documentadas a lo largo del Devónico Superior, la presencia de capas rojas indicaría condiciones particulares de sedimentación y diagénesis en cada caso (Sheldon 2005), que no necesariamente se relacionan a ambientes áridos o secos. Es de resaltar que en nuestras observaciones, no se encontró la secuencia de capas rojas que correspondiera al Missisipiano, ya que la transición entre la Formación Floresta y las Arenitas de Manaure, es de tipo discordante (ver Figuras 10 y 11).

Para el Pensilvaniano, un evento marino transgresivo condiciona el depósito de sedimentos siliciclásticos finogra-

nulares que gradualmente van cambiando a sedimentos calcáreos de plataforma, los cuales tendrán su máximo desarrollo durante el Pérmico. De acuerdo a lo observado particularmente en la sección de Filo Machete, el Pensilvaniano reposa en discordancia sobre la Formación Floresta y se encuentra representado por depósitos siliciclásticos de areniscas, lodolitas rojizas y lodolitas calcáreas ferruginosas que podrían corresponder al conjunto basal y parte del conjunto calcáreo descrito por Forero (1970b) para las Arenitas de Manaure.

Los ambientes de depósito inferidos corresponden a plataformas someras a litorales que hacia el tope de la unidad presentan variaciones a plataformas someras calcáreas de braquiópodos, fusulínidos, briozoos y crinoideos similar a lo descrito por Sanchez (1982) en el costado venezolano del Perijá.

#### *Ambientes de depósito y rasgos estratigráficos del Pérmico*

Durante el Pérmico, los ambientes de depósito indican sedimentación en una plataforma calcárea con aporte leve de siliciclásticos, que hacia la base se asocian a una zona de llanuras de marea (Laya & Tucker 2012; Viscarret &

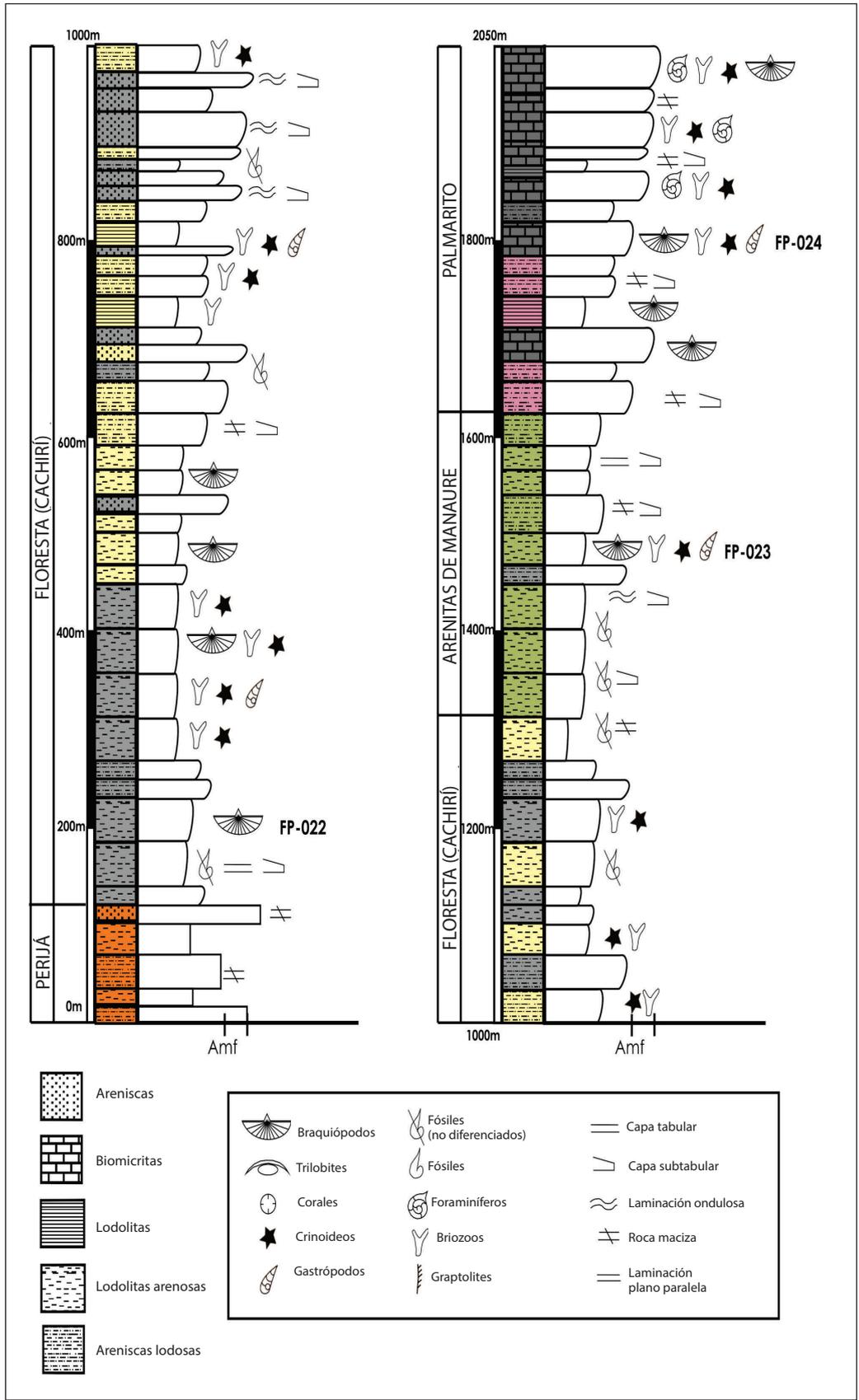


Figura 9. Columna litoestratigráfica de la Sección Filo Machete.

Laya 2007) y en la parte media y tope, zonas de arrecife externo. En nuestras secciones estas zonas de plataforma se caracterizan por las asociaciones de crinoideos, bivalvos y foraminíferos. Estos grandes espesores de sedimentos calcáreos reposan discordantemente sobre las Arenitas de Manaure y por debajo de las tobas vítreas y lodolitas de la Formación La Quinta.

Desde el punto de vista diagenético, Cáceres-Guevara (2011) describe para la Formación Palmarito procesos de silicificación, neomorfismo (calcitización), compactación y dolomitización, los cuales también han sido documentados en los Andes de Mérida para la Formación Palmarito por Laya (2012)

### Consideraciones paleontológicas y bioestratigráficas generales

La Formación Floresta ha sido comparada por Forero (1970b) y Morales (1965) con el Grupo Río Cachirí aflorante en el flanco venezolano de la Serranía del Perijá, por sus características litológicas y paleontológicas, atribuyéndole una edad Devónico Inferior (Emsiense) a

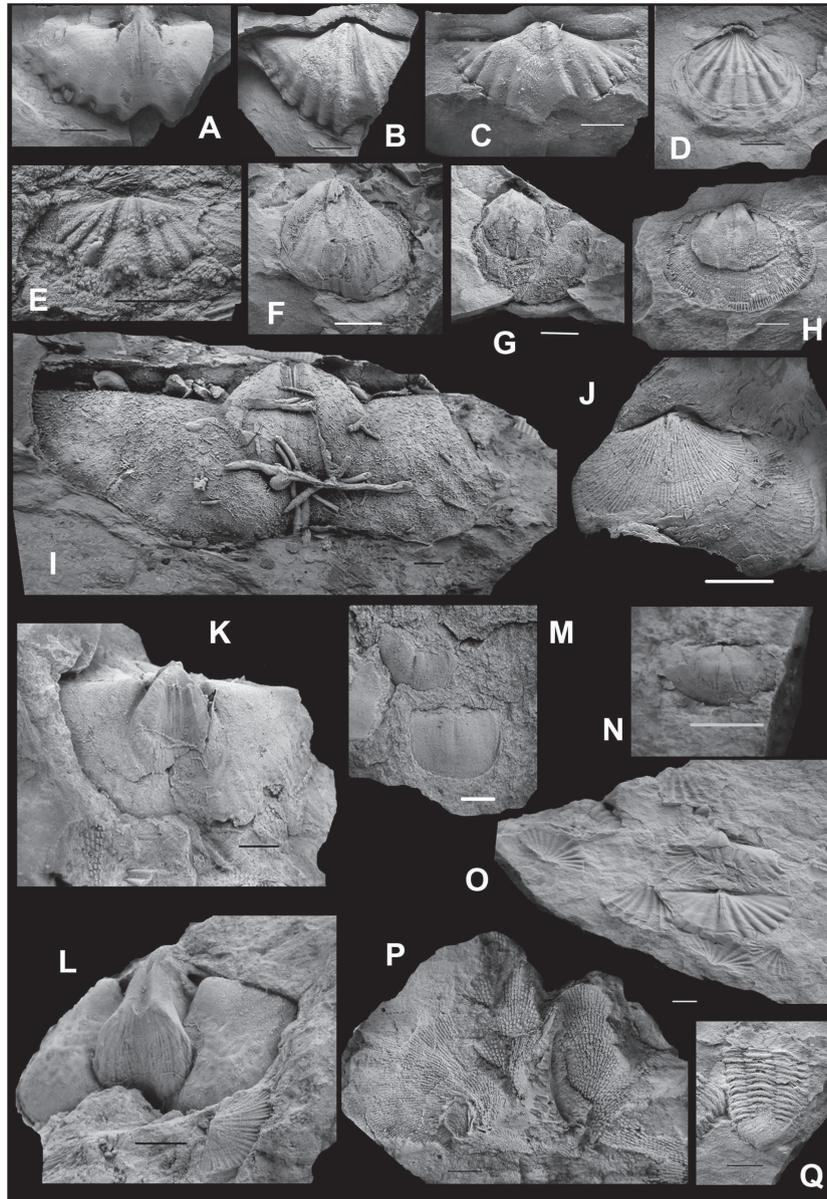
Medio (Givetiense). En este estudio (ver figuras 10 y 11, lámina 1), el hallazgo de niveles con *Acrospirifer*, *Australoecelia*, *Australospirifer*, *Mucrospirifer*, *Rhipidomella*, *Eodevonaria*, *Paraspirifer* y *Pentagonia*, formas comunes en el Eifeliense – Givetiense de Santander (Barrett 1986; Morales 1965; Ward *et al.* 1973), Floresta (Barrett 1986; Caster 1939; Morales 1965), Venezuela (Benedetto 1984), Bolivia y Perú (Boucot *et al.* 1980; Issacson 1977), permiten incluir la fauna del Perijá Colombiano al corredor de tipo “Apalaches” definido por Boucot *et al.* (1969) e Issacson (2007), el cual conecta a Ecuador, Venezuela, parte de Estados Unidos y México.

Las Arenitas de Manaure fueron datadas por Forero (1970b) gracias a la ocurrencia de los géneros de braquiópodos (*Neospirifer*, *Composita*, *Lissochonetes*) asignándoles una edad correspondiente al Pensilvaniano medio a superior (Moscoviense-Gzheliense). Sin embargo, según conodontes (*Gnathodus*, *Idiognathodus*, *Adetognathus*), reportados por Rabe (1974), esta unidad debería estar asignada al Pensilvaniano inferior a medio (Bashkiriense-Moscoviense). En nuestras observaciones (ver figuras 10 y 11, lámina 2), la aparición de los braquiópodos *Fimbrinia*, *Atrypa*, *Schizophoria*, *Anthracospirifer*, y *Alispirifer*, formas comunes en el Bashkiriense-Moscoviense del Tolima (Angiolini *et al.* 2013), y del flanco venezolano del Perijá en la Formación Caño Indio (Benedetto 1980; Sanchez 1982) confirmarían la edad propuesta por Rabe (1974). De igual manera, formas de braquiópodos como *Linoproductus*, *Composita* y *Neospirifer* son comunes en el Carbonífero-Pérmico de la Formación Diamante en Santander (Rabe 1974), en el Paleozoico del Río Nevado (Stibane & Forero 1969) y en las formaciones Caño Indio y Río Palmar del costado venezolano del Perijá (Benedetto 1980; Sánchez 1982).

La Formación Palmarito fue designada al Pérmico (Artinkiense-Guadalupiense) por Forero (1970b) debido a la ocurrencia de braquiópodos (*Composita*), fusulínidos (*Parafusulina*) y amonoideos (*Perrinites* y *Meddlicotia*). En nuestras observaciones (ver figuras 10 y 11, lámina 3), los braquiópodos (*Kutorginella*, *Dyoros*, *Rugatia* y *Penicularis*) y los foraminíferos (*Globivalvulina*) son formas comunes en el Pérmico de la Formación Palmarito de Venezuela (Hoover 1981), en la Formación Diamante (Rabe 1974; Trapp 1969) y permiten asignar una edad Cisuralliense-Guadalupiense. Al igual, es posible correlacionar a la Formación Palmarito con la Formación Diamante en Santander y en especial con su segmento superior o “Algen-Kalke” que corresponden al Artinkiense-Guadalupiense (Rabe 1974)

Nivel/Taxa	Devónico							
	Inferior			Medio		Superior		
	Lochkovian	Pragian	Emsian	Eifelian	Givetian	Frasnian	Famennian	
<b>ALTO EL CIELO</b>								
<b>Nivel FP-011</b>								
<b>Braquiopodos</b>								
<i>Acrospirifer</i>								
<i>Strophodonta</i>								
<i>Devonochonetes</i>								
<b>Trilobites</b>								
<i>Phacops</i>								
<i>Viaphacops</i>								
<b>Nivel FP-006</b>								
<i>Eodevonaria</i>								
<i>Megastrophia</i>								
<b>Nivel FP-013</b>								
<i>Australospirifer</i>								
<i>Pentagonia</i>								
<i>Mediospirifer</i>								
<b>EL CINCO</b>								
<b>Nivel FP-007</b>								
<i>Devonochonetes</i>								
<i>Spiriferidae indet.</i>								
<b>EL TAMBO</b>								
<b>Nivel FP-005</b>								
<i>Pentagonia</i>								
<i>Spiriferidae indet.</i>								
<b>FILO MACHETE</b>								
<b>Nivel FP-022</b>								
<i>Acrospirifer</i>								
<i>Australospirifer</i>								
<i>Camarotoechia</i>								

**Figura 10.** Carta bioestratigráfica del Devónico a lo largo de las secciones levantadas.



**LAMINA I**

**Figura A, B, C y E.** *Acrospirifer olssoni*, CASTER. Localidad: Nivel FP-022, Sección Filo Machete.

**A.** Molde interno de valva ventral

**B.** Molde externo de valva ventral

**C.** Molde interno de valva dorsal

**E.** Molde externo de una valva ventral de un ejemplar juvenil

**Figura D.** *Australocoelia cf. tortelloti*. BOUCOT & GILL. Localidad: Nivel FP-022, Sección Filo Machete.

Molde externo de una valva dorsal. Escala 5 mm.

**Figura F.** *Atrypa harrisi* var. *nasuta*, CASTER, Localidad: Nivel FP-022, Sección El Cinco Molde interno de una valva dorsal

**Figura G.** *Rhipidomella* sp. Localidad: Nivel FP-022, Sección El Cinco Molde interno de una valva ventral

**Figura H y J.** *Camarotoechia cf. contracta* HALL. Localidad: Nivel FP-022, Sección Filo Machete Látex del molde interno de la valva dorsal y del molde externo de la valva dorsal

**Figura I.** *Acrospirifer cf. macrothyris*, HALL. Localidad: Nivel FP-013, Sección Alto El Cielo Molde interno de la valva ventral

**Figura K y L.** *Pentagonia cf. transversa*, BENEDETTO. Localidad: Nivel FP-013, Sección Alto El Cielo Molde interno y externo de la valva ventral

**Figura M.** *Eodevonaria* sp. Localidad; Nivel FP-022, Sección El Cielo Moldes internos de valvas dorsales

**Figura N.** *Eodevonaria cf. imperialis*, CASTER. Localidad: Nivel FP-022, Sección El Cinco Molde interno de una valva ventral

**Figura O.** *Acrospirifer* sp. Localidad: Nivel FP-011, Sección Alto El Cielo Grupo de individuos. Moldes externos de la valva ventral y dorsal.

**Figura P.** *Fenestella venezuelensis*, WEISBORD. Localidad: Nivel FP-011, FP-006, FP-013 Sección Alto El Cielo; Nivel FP-023, Sección Filo Machete.

**Figura Q.** *Phacops cf. salteri*, KOZLOWSKII. Localidad: Nivel FP-011, Sección Alto El Cielo; Nivel FP-013, Sección Alto El Cielo Vista superior del tórax y pigidio.

Nivel/Taxa	CARBONÍFERO				PERMICO							
	Pensilvanian				Cisuralian				Guadalupian			Lopingian
	Bashkirian	Moscovian	Kasimovian	Gzhelian	Asselian	Sakmari	Artinsk	Kunguri	Roard	Wordia	Capitar	Wuchia   Changs
<b>ALTO CIELO</b>												
<b>Nivel FP-012</b>												
<b>Braquiopodos</b>												
<i>Dyoros</i>												
<i>Kutorginella</i>												
<b>Foraminíferos</b>												
<i>Globivalvulina</i>												
<b>EL CINCO</b>												
<b>Nivel FP-09</b>												
<i>Dyoros</i>												
<i>Kutorginella</i>												
<b>EL TAMBO</b>												
<b>Nivel FP-002f</b>												
<i>Kutorginella</i>												
<i>Penicularis</i>												
<b>Nivel FP-004</b>												
<i>Dyoros</i>												
<b>FILO MACHETE</b>												
<b>Nivel FP-023</b>												
<i>Atrypa</i>												
<i>Fimbrinia</i>												
<i>Alispirifer</i>												
<i>Anthracospirifer</i>												
<i>Schizophoria</i>												
<b>Nivel FP-024</b>												
<b>Foraminíferos</b>												
<i>Globivalvulina</i>												
<b>Braquiopodos</b>												
<i>Neospirifer</i>												
<i>Rugatia</i>												
<i>Linoproductus</i>												
<i>Reticularia</i>												
<i>Kutorginella</i>												
<i>Dyoros</i>												

Figura 11. Carta bioestratigráfica del Carbonífero-Pérmico en las secciones levantadas.

Al revisar cuidadosamente los listados faunales y láminas presentados en los trabajos de Weisbord (1926), Caster (1939), Liddle *et al.* (1943), Forero (1970b), Benedetto (1984) y Pastor (2011) se encuentra taxa que debería ser revisado en un trabajo detallado de paleontología sistemática, lo cual permitiría entender mejor la taxonomía, filogenia y relaciones paleoecológicas de las comunidades en la sucesión.

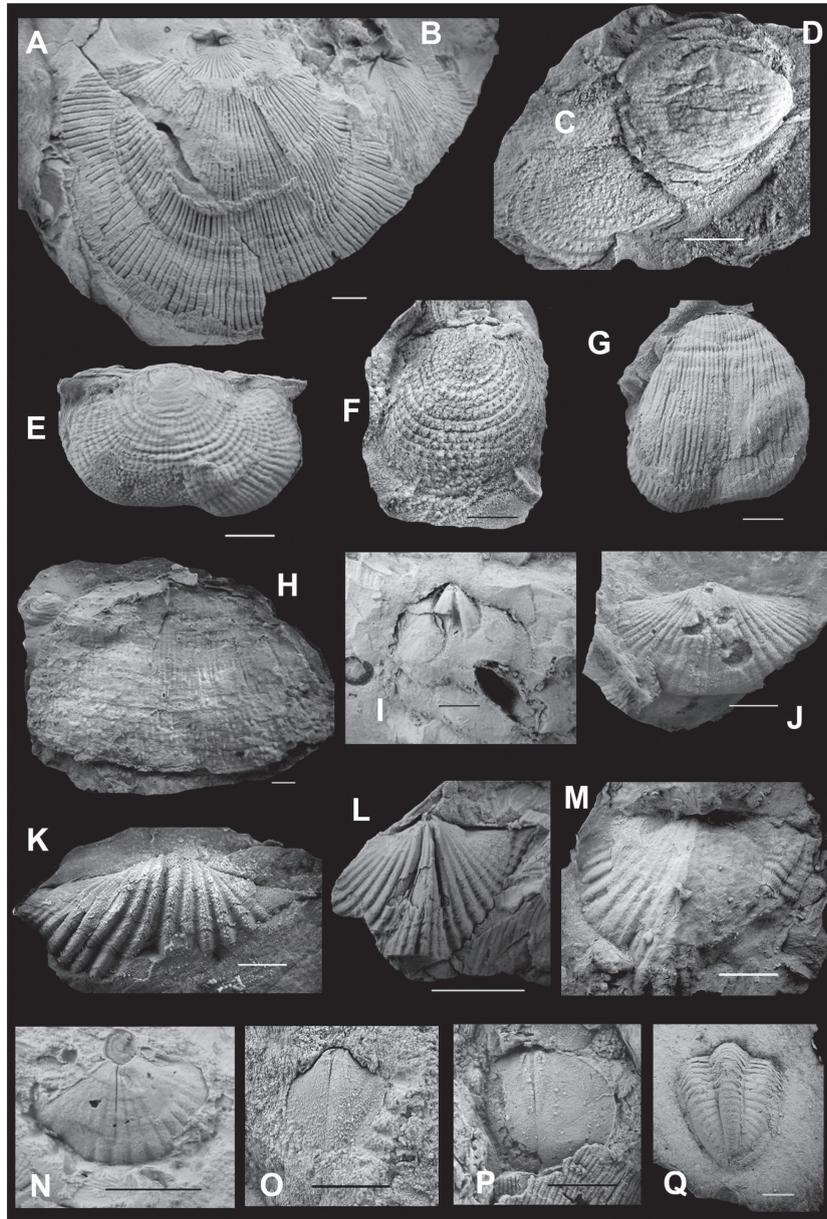
## CONCLUSIONES

Es posible concluir lo siguiente:

- El Devónico está representado en la Formación Floresta y corresponde a una unidad siliciclástica finogranular compuesta predominantemente de limolitas calcáreas intercaladas con niveles locales de litoarenitas con líticos de filitas, cuarcitas y feldespatos potásicos. Se identifican procesos diagenéticos de deformación, sutura de granos y pérdida de porosidad. Suprayace

discordantemente a las Series del Perijá. Esta unidad fue depositada en facies de plataforma somera a media, bajo el nivel base de mareas, protegida de condiciones de alta energía. Representaría el equivalente lateral del Grupo Río Cachirí, en el Perijá Venezolano, y a la Formación Floresta de los macizos de Santander y Floresta. Su abundante registro paleontológico ha permitido reconocer asociaciones de braquiópodos comunes en el Eifeliense-Givetiense de los macizos de Floresta, Santander, así como en el Perijá Venezolano, Bolivia y Perú.

- El Carbonífero (Arenitas de Manaure) corresponde a una unidad siliciclástica finogranular compuesta por lodolitas fosilíferas calcáreas intercaladas con litoarenitas con líticos metamórficos y feldespatos potásicos. Suprayace discordantemente a la Formación Floresta. Fue depositada en ambientes con posible influencia deltaica, que están condicionados por un evento marino transgresivo que gradualmente va cambiando a



**LAMINA II**

**Figuras A y B.** *Atrypa* sp. Localidad: Nivel FP-023, Sección Filo Machete. Escala 5 mm.

**A.** Molde exterior de una valva ventral

**B.** Molde interior de una valva dorsal.

**Figuras C, E y F.** *Fimbrinia* sp. Localidad: Nivel FP-023, Sección Filo Machete. Escala 5 mm.

**C.** Látex del molde interior de una valva ventral

**E y F.** Molde interior de una valva dorsal

**Figuras D, G y H.** *Orthotichia* sp. Localidad: Nivel FP-023, Sección Filo Machete. Escala 5 mm.

**D.** Molde interior de una valva dorsal

**G.** Molde exterior de una valva ventral

**H.** Látex del molde exterior de una valva ventral

**Figura I.** *Schizophoria* cf. *texana* GIRTY. Localidad: Nivel FP-023, Sección Filo Machete. Fragmento del molde interior de una valva ventral. Escala 5 mm.

**Figura J.** *Spiriferidae* indet. Localidad: Nivel FP-023, Sección Filo Machete. Molde interior de una valva ventral. Escala 5 mm.

**Figura K.** *Alispirifer* cf. *transversus* MAXWELL. Localidad: Nivel FP-023, Sección Filo Machete.

Látex del molde exterior de una valva ventral. Escala 5 mm.

**Figuras L, M y N.** *Anthracospirifer* sp. Localidad: Nivel FP-023, Sección Filo Machete.

**L y M.** Molde externo y látex de molde externo de una valva dorsal. Escala 2 mm.

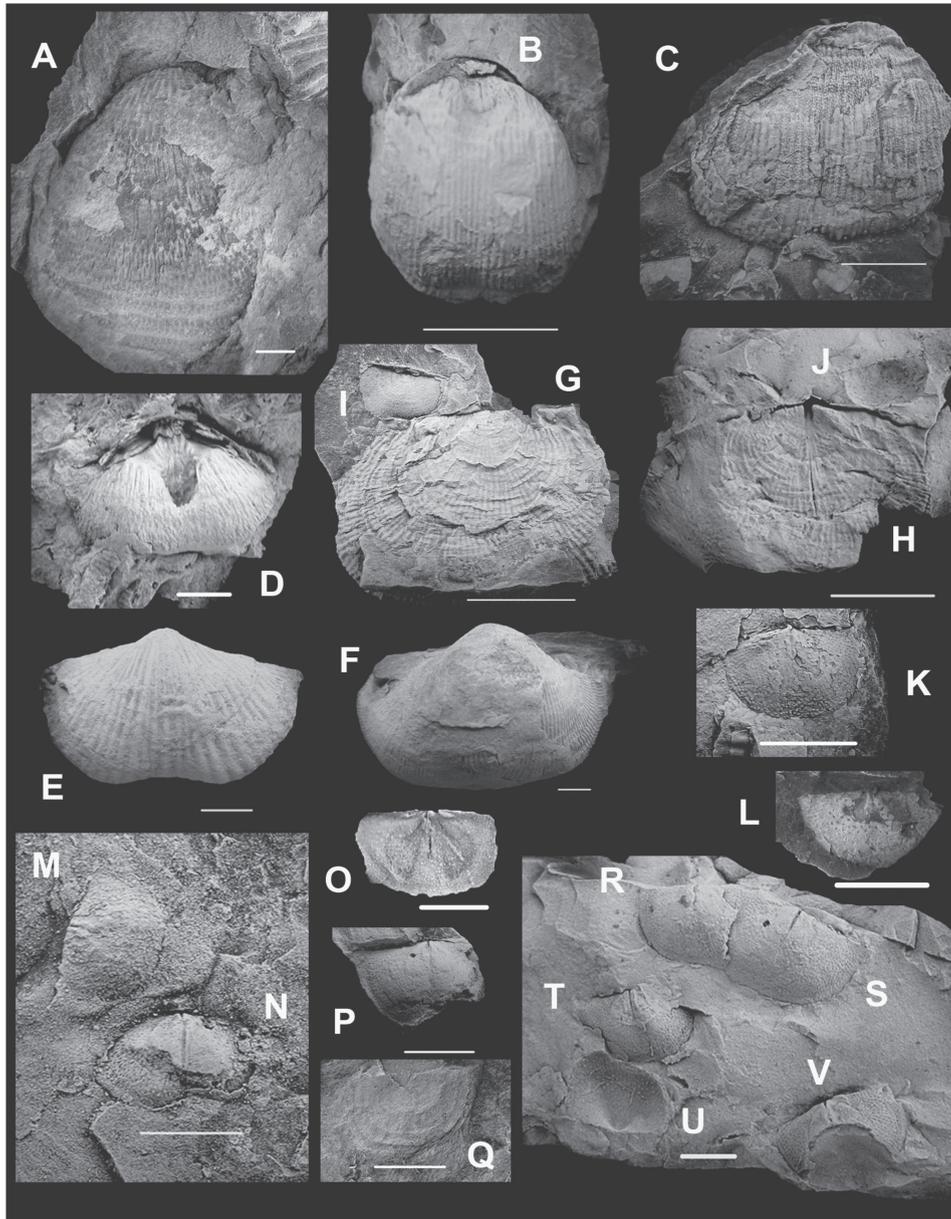
**N.** Látex de molde externo de un fragmento de una valva ventral. Escala 2 mm.

**Figuras O y P.** *Nucleospira* sp. Localidad: Nivel FP-023, Sección Filo Machete. Escala 2mm.

**O.** Molde interno de una valva ventral.

**P.** Molde interno de una valva ventral.

**Figura Q.** *Paladin* sp. Localidad: Nivel FP-023, Sección Filo Machete. Reproducción en látex de parte del tórax y el pigidio. Escala 5 mm.



### LAMINA III

**Figura A.** *Rugatia* cf. *intermedia* HOOVER. Localidad: Nivel FP-022, Sección Filo Machete. Molde externo de una valva dorsal. Escala 5 mm.

**Figura B y C.** *Linoproductus* cf. *derbyi* MENDES. Localidad: Nivel FP-022, Sección Filo Machete. Molde externos de una valva dorsal. Escala 5 mm.

**Figura D y E.** *Neospirifer* cf. *cameratus* MORTON. Localidad: Nivel FP-009, Sección El Tambo. Molde externo de una valva ventral. Escala 5 mm.

**Figura F.** *Reticulatia* cf. *americanus* DUMBAR & CONDRA. Localidad: Nivel FP-004, Sección El Cinco. Molde externo de una valva ventral. Escala 5 mm.

**Figuras G y H.** *Kutorginella* cf. *umbonata* MUIR WOOD & COOPER. Localidad: Nivel FP-009, Sección El Cinco. Escala 5 mm.

**G.** Molde externo de una valva ventral

**H.** Molde interno de una valva ventral.

**Figura I, J, Q.** *Dyoros* (*Tetragonetes*) cf. *rectangularis*. HOOVER. Localidades FP-0024, FP-009

**I, J.** Molde externo y contramolde de una valva ventral, Escala 5 mm.

**Q.** Molde externo de una valva dorsal, Escala 2 mm.

**Figura K, M, O, P, R, S, T, U, V.** *Neochonetes* indet. HOOVER. Localidad: Niveles FP-024, FP-004, FP-009 Secciones Filo Machete, El Tambo y El Cinco. Escala 2 mm.

**K, M, P, R, S, T, U, V.** Moldes internos de valvas ventrales

**O.** Vista anterior de un molde interno de una valva dorsal

**Figura L.** *Chonetidae* indet. Localidad FP-024. Escala 2 mm.

Molde interno de una valva dorsal.

**Figura N.** *Rugosochonetes* indet. HOOVER. Localidad: FP-009 Sección El Cinco. Escala 2 mm. Molde interno de una valva dorsal.

ambientes de plataforma calcárea somera. Esta unidad representaría el equivalente lateral del Paleozoico del Rio Nevado, la Formación Diamante, la Formación El Imán y la Formación Caño Indio. Su registro paleontológico ha permitido reconocer una asociación común de braquiópodos en el Bashkiriense-Moscoviense del Tolima, Santander, Venezuela, México y Texas.

- El Pérmico es una unidad de predominio calcáreo compuesta por biosparitas fosilíferas y biomicitas packstone sometidas a procesos diagenéticos de silicificación, neomorfismo, compactación y dolomitización. Suprayace discordantemente a las Arenitas de Manaure. Esta unidad fue depositada en facies de plataforma calcárea somera a media y localmente, en zonas arrecifales externas; representaría el equivalente lateral de la Formación Palmarito en Venezuela, así como de la parte superior de la Formación Diamante en Santander. Su registro paleontológico ha permitido reconocer asociaciones de braquiópodos comunes en el Cisuraliense-Guadalupeño de Venezuela, Santander y México.
- Tomando en cuenta que las definiciones taxonómicas y la litoestratigrafía aquí mostradas hacen parte de un trabajo en desarrollo, trabajo de campo y futuros estudios permitirán precisar si hay nuevos niveles fosilíferos que puedan ayudar a subdividir en mayor detalle la sucesión paleozoica.

### Agradecimientos

Agradecemos a Fernando Buchelli y Luis Gómez (GRP Ltda, Colombia) por financiar una gran parte de esta investigación. A los profesores Pedro Patarroyo (Universidad Nacional de Colombia), Fernando Alvarez (Universidad de Oviedo, España), y Juan Luis Benedetto (Universidad de Córdoba, Argentina), quienes sirvieron de pares y cuyas sugerencias ayudaron a enriquecer significativamente el artículo. Agradecemos muy especialmente a Peter Issacson (Universidad de Idaho, Estados Unidos), Mena Schemm-Gregory (Universidad de Coimbra, Portugal) y A. J. Boucot (Universidad de Oregon, Estados Unidos), por sus comentarios acerca de la determinación taxonómica de los braquiópodos y sus relaciones paleogeográficas.

### REFERENCIAS

Angiolini, L.; Racheboeuf, P.; Villaroel, C.; & Concha, A. (2013): *Stratigraphy and brachiopod fauna of the Carboni-*

*ferous El Imán Formation, Colombia* - Revista Española de Paleontología, **18**(2), 0213-6937: 3.

Arnold, H.C. (1966): *Upper Paleozoic Sabaneta-Palmarito Sequence of Merida Andes, Venezuela* - Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, **50**(11): 2366-2387.

Barrett, S.F. (1988): *The Devonian System in Colombia* - Devonian of the World: Proceedings of the 2nd International Symposium on the Devonian System, **1**(Memoir 14): 705-717.

Barrett, S.F. (1986): *Paleoecology and stratigraphy of Devonian sediments in the Northern Andes, Colombia: paleogeographic implications*, PhD, University of Chicago, Chicago.

Benedetto, J.L. (1980): *Bioestratigrafía del Neopaleozoico de los Andes de Venezuela: una síntesis actualizada* - Anais Academia Brasileira de Ciencias, **52**(4): Pp. 841-850.

Benedetto, J.L. (1982): *Las unidades tecto-estratigráficas paleozoicas del Norte de Sudamérica, Apalaches del Sur y Noroeste de África; Comparación y discusión*. - V Congreso Latinoamericano de Geología, **I**: Pp. 17-22.

Benedetto, J.L. (1984): *Les Brachiopodes Devoniens de la Sierra de Perijá (Venezuela). Systematique et implications paleogeographiques* Faculté des Sciences et Techniques, Université de Bretagne Occidentale (PhD Thesis), Cédex - France, Pp 1 - 191 p.

Benedetto, J.L. (1979): *La fauna de la Formación Caño del Oeste (Devónico) en el área de Caño Colorado, Sierra de Perijá, Venezuela* - Boletín Ministerio de Minas y Energía de Venezuela, **XIII**(25): pp. 81 - 112.

Berry, C.M & Edwards, D (1994): *New species of the Devonian lycophyte Colpodexylon from the Devonian of Venezuela* - Palaeontographica B., **137**: Pp. 59-74.

Boinet, T; Babin, C; Bourgeois, J; Broutin, J; Lardeux, H; Pons, D & Racheboeuf, P (1986): *Les grandes etapes de l'évolution paleozoique du Massif de Santander (Andes de Colombie): signification de la discordance du Devonien moyen*. - C.R. Acad. Sc. Paris, **303**(II, No 8).

Boucot, A.J.; Johnson, J.G & Talent, J.A (1969): *Early Devonian brachiopod zoogeography* - Geological Society of America Special Paper, **119**: 113.

Boucot, A.J.; Issacson, P.E. & Laubacher, G. (1980): *An Early Devonian Eastern Americas Realm faunule from the coast of southern Perú* - Journal of Paleontology, **54**(2): Pp. 359-365.

Bowen, J.M (1969): *Estratigrafía del Precretáceo en la Parte Norte de la Sierra de Perijá* - Memorias IV Congreso Latinoamericano de Paleontología, **II**: Pp. 729 - 761.

- Cáceres-Guevara, C (2011): *Reconocimiento petrográfico de rocas del Paleozoico de la Serranía del Perijá*, Departamento de Geociencias (Trabajo de Grado), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1-40 p.
- Caster, K (1939): *A Devonian fauna from Colombia* - *Bulletins of American Paleontology*, **24**: 3 - 218 pp.
- De La Espriella, R. & Cortes, R. (1982): *Contribución a la estratigrafía del Grupo Quetame* - *Memorias IV Congreso Colombiano de Geología*: 25.
- Dueñas, H. & Cesari, S. (2005): *Systematic study of Early Carboniferous palynological assemblages from the Llanos Orientales Basin, Colombia* - *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, **7**(2), 1514-5158: 139-152.
- Edwards, D & Benedetto, J.L (1985): *Two new species of herbaceous lycopods from the Devonian of Venezuela with comments on their taphonomy* - *Palaeontology*, **28**(3): 599-618.
- Etayo, F.; Barrero, D.; Lozano, H.; Espinosa, A.; Gonzalez, H.; Orrego, A.; Ballesteros, I.; Forero, H.; Ramirez, C.; Zambrano-Ortiz, F.; Duque-Caro, H.; Vargas, R.; Nuñez, A.; Alvarez, J.; Ropain, C.; Cardozo, E.; Galvis, N.; Sarmiento, L.; Alberts, J.P.; Case, J.E; Singer, D.A; Bowen, R.W; Berger, B.R.; Cox, D.P. & Hodges, C.A (1983): *Mapa de terrenos geológicos de Colombia* - *Publicaciones especiales INGEOMINAS*, **14**: p. 141.
- Forero, A (1970a): *El Paleozoico superior del flanco oriental de la Cordillera Central* - *Geología Colombiana*, **7**: 139 - 147 pp.
- Forero, A (1970b): *Estratigrafía del Precretácico en el flanco occidental de la Serranía de Perijá* - *Geología Colombiana*, **7**: 7 - 79 pp.
- Forero, A. (1991): *Distribución de las rocas del Devónico en los Andes Colombianos* - *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales de Bolivia* **12**(1): Pp. 101-111.
- Gómez, J. (2011): *Estudio estratigráfico de las unidades litoestratigráficas del Ordovícico Superior del flanco sur-andino, Región Caparo*, (Trabajo de Grado), Facultad de Ingeniería, Universidad de Mérida, Mérida, Venezuela, 150 p.
- Grosser, J. & Prossl, K (1991): *First evidence of the Silurian in Colombia: Palynostratigraphic data from the Quetame Massif, Cordillera Oriental*. - *Journal of South American Earth Sciences*, **4**: Pp. 231 - 238.
- Grosser, J. & Prossl, K (1994): *Palynologische Untersuchungen der Devonbasis in Floresta Massiv, Ostkordillere, Kolumbien* - *Geissener Geologische Schriften*, **51**: Pp. 105-121.
- Hoover, P.R (1981): *Paleontology, taphonomy and Paleocology of the Palmarito Formation (Permian, Venezuela)* - *Bulletins of American Paleontology*, **80**: 1 - 138 pp.
- INGEOMINAS & GRP LTDA (2010): *Cartografía geológica y muestreo geoquímico de la parte norte de la Serranía de Perijá, Planchas 21, 22, 27, 28, 34 y 35*, INGEOMINAS, Bogotá, 1-204 p.
- Issacson, P.E (1977): *Devonian stratigraphy and brachiopod paleontology of Bolivia. Part A: Orthida and Strophomenida* - *Palaeontographica, Abteilung A*, **A**(155): Pp. 133-192.
- Issacson, P.E (2007): *Mid-Paleozoic Biogeography of the Central Andes: Endemic Faunas, immigrants, and paleogeography* - *Cuadernos del Museo Geominero*, **8**: Pp. 1-6.
- Janvier, P. & Villaroel, C. (1998): *Los peces Devónicos del Macizo de Floresta (Boyacá, Colombia). Consideraciones taxonómicas, bioestratigráficas, biogeográficas y ambientales* - *Geología Colombiana*, **1998**(1): Pp. 3-19.
- Kellogg, J (1984): *Cenozoic tectonic history of the Sierra de Perijá, Venezuela - Colombia* - *Geological Society of America Bulletin*, **162** Pp. 239 - 261.
- Laya, J.C. (2012): *Permian Carbonates in the Venezuelan Andes (PhD Thesis)*, Department of Earth Sciences, Doctor of Philosophy, Durham University, Durham, 232 p.
- Laya, J.C. & Tucker, M. (2012): *Facies analysis and depositional environments of Permian carbonates of the Venezuelan Andes: Palaeogeographic implications for Northwestern Gondwana* - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **331-332**: 1-26.
- Liddle, R.A.; Harris, G.D. & Wells, J.W (1943): *The Rio Cachi Section in the Sierra de Perijá, Venezuela* - *Bulletins of American Paleontology*, **27**(108): 271 - 368 pp.
- Miller, A.K & Williams, V. (1945): *Permian cephalopods from northern Colombia* - *Journal of Paleontology*, **19**(4): 347 - 349 pp.
- Mojica, J. & Villaroel, C. (1984): *Contribución al conocimiento de las unidades paleozoicas del área de Floresta (Cordillera Oriental Colombiana, Departamento de Boyacá) y en especial al de la Formación Cucho* - *Geología Colombiana*, **13**: Pp. 55-81.
- Morales, P.A (1965): *A Contribution to the knowledge of the Devonian faunas of Colombia* - *Boletín Geológico Universidad Industrial de Santander*, **19**: 51 - 111 pp.
- Moreno-Sanchez, M (2004): *Devonian Plants from Colombia: Geologic framework and paleogeographic implications*, Departement de Geologie (PhD. Thesis), University of Lieje, Lieje, Pp. 1 - 91 p.
- Pastor-Chacón, A.F (2011): *Reconocimiento paleontológico del Paleozoico en cercanías a los municipios de San José de Oriente (Cesar) y Barrancas (Guajira)*, Departamento de Geociencias (Trabajo de Grado), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1-50 p.

- PDVSA (1997): *Código Geológico de Venezuela*, Ministerio del Poder Popular para la Energía y el Petróleo, Caracas.
- Pires de Carvalho, M. & Moody, J. (2000): *A Middle Devonian trilobite assemblage from Venezuela* - American Museum Novitates, **3292**: 1 - 15 pp.
- Rabe, E (1974): *Zur Stratigraphie des Ostandinen raumes von Kolumbien: I. Die abfolge Devon bis Perm der Ostkordillere Nordlich von Bucaramanga. III. Conodonten des jungen Palaeozoikum der Ostkordillere, Sierra Nevada de Santa Marta und der Serrania de Perijá Kolumbiens (Inaugural - Dissertation zur Erlangung des Doktorsgrade der Naturwissenschaften)*, Geologisch - Palaontologisches Institut (Dr. rer. nat. Thesis), Justus Liebig - Universität Giessen, Giessen.
- Renzoni, G. (1968): *Geología del Macizo de Quetame* - Geología Colombiana, **5**: 75-127.
- Sanchez, T.M. (1982): *Sucesión de comunidades en el ciclo transgresivo Carbónico de la Sierra de Perijá, Venezuela* - Memorias V Congreso Latinoamericano de Geología, **I**: 733-750.
- Sanchez, T.M. & Benedetto, J.L (1983): *Paleoecología, comunidades bentónicas y sucesión paleoambiental en el Grupo Río Cachirí, Devónico, Sierra de Perijá, Venezuela* - Ameghiniana, **20**(3 - 4): Pp. 163 - 198.
- Sheldon, N. (2005): *Do red beds indicate paleoclimatic conditions? A Permian case study* - Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **228**: 305-319.
- Shell & Company, Creole Petroleum (1964): *Paleozoic Rocks of Mérida Andes, Venezuela* - Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists (AAPG), **48**(1): 70 - 84 pp.
- Stibane, F (1967a): *Palaogeographie und Tektogenese der Kolumbianischen Anden Sudamerikas* - Geol. Rdsch., **56**: Pp. 629 - 642.
- Stibane, F (1967b): *Devonian of the Cordillera of Colombia* - International Symposium of the Devonian System, **II**: Pp 209 - 213.
- Stibane, F (1968): *Zur Geologie von Kolumbien, Sudamerika: Das Quetame und Garzón Massiv* - Geotekt. Forsch., **30**: Pp. 1 - 85.
- Stibane, F & Forero, A (1969): *Los afloramientos del Paleozoico en La Jagua (Huila) y Rio Nevado (Santander del Sur)* - Geología Colombiana, **6**.
- Tellez, G. & Sotelo, C.I. (1997): *La Formación El Tibet: Producto de la acumulación de un río trezado arenoso durante el Paleozoico Inferior. Macizo de Floresta, Boyacá* - Memorias del VII Congreso Colombiano de Geología, **1**(1): 488-495.
- Thompson, M. L. & Miller, A. K. (1949): *Permian fusulinids and cephalopods from the vicinity of the Maracaibo Basin in northern South America* - Journal of Paleontology, **23**(1): 1 - 24 pp.
- Trapp, D (1969): *Palaeozoikum und Fruhmesozoikum im nördlichen Quetame und westlichen Santander massiv der Ostkordillere Kolumbien, Sudamerika*, Justus Liebig - Universität Giessen, Giessen (Unveröffentlichte Diplom Arbeit), 1-229 p.
- Trumpy, D (1943): *Pre-Cretaceous of Colombia* - Geological Society of America Bulletin, **54**: 1281 - 1304 pp.
- Tschanz, C.M.; Jimeno, A. & Vesga, C. (1969): *Geology of the Sierra Nevada de Santa Marta area (Colombia)* - Boletín Geológico INGEOMINAS: p. 288.
- Ujueta, G & Llinas, R (1990): *Reconocimiento Geológico de la parte mas Septentrional de la Sierra de Perijá* - Geología Colombiana, **17**: Pp 197-209.
- Ulloa, C.; Rodriguez, E. & Rodriguez, G. (2003): *Geología de la Plancha 172 Paz del Río. Memoria explicativa* - INGEOMINAS: 111 p.
- Villaroel, C. & Mojica, J. (1987): *El Paleozoico Superior (Carbonífero-Pérmico) sedimentario de Colombia. Afloramientos conocidos y características generales* - Geología Colombiana, **16**: Pp. 81-87.
- Viscarret, P. & Laya, J (2007): *Facies sedimentarias del Pérmico en el flanco surandino de Venezuela* - Ciencia e Ingeniería, **28**(1): Pp. 1-6.
- Ward, D.; Goldsmith, R.; Cruz, J. & Restrepo, H. (1973): *Geología de los cuadrángulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona, Departamento de Santander* - Boletín Geológico INGEOMINAS, **21**(1-3): 132 p.
- Weisbord, N. (1926): *Venezuelan Devonian Fossils* - Bulletins of American Paleontology, **11**(46): Pp 223 - 272.
- Weisbord, N. (1967): *The Devonian System in Western Venezuela* - International Symposium of the Devonian System, **II**: Pp. 215 - 225.
- Young, G.; Moody, J. & Casas, E. (2000): *New Discoveries of Devonian Vertebrates from South America, and implications for Gondwana-Euramerica contact* - C.R. Acad. Sc. Paris, **331**: Pp. 755-761.
- Young, G. & Moody, J. (2003): *A Middle - Late Devonian fish fauna from the Sierra de Perijá, Western Venezuela, South America: Mitteilungen aus dem Museum fur Naturkunde in Berlin* - Geowissenschaftliche Reihe, **5**: Pp. 155-206.