

EL GIVETIANO-FRASNIANO (DEVÓNICO TARDÍO) EN LA SIERRA DE PERIJA, VENEZUELA IMPORTANCIA PALEONTOLOGICA Y PALEOGEOGRAFICA

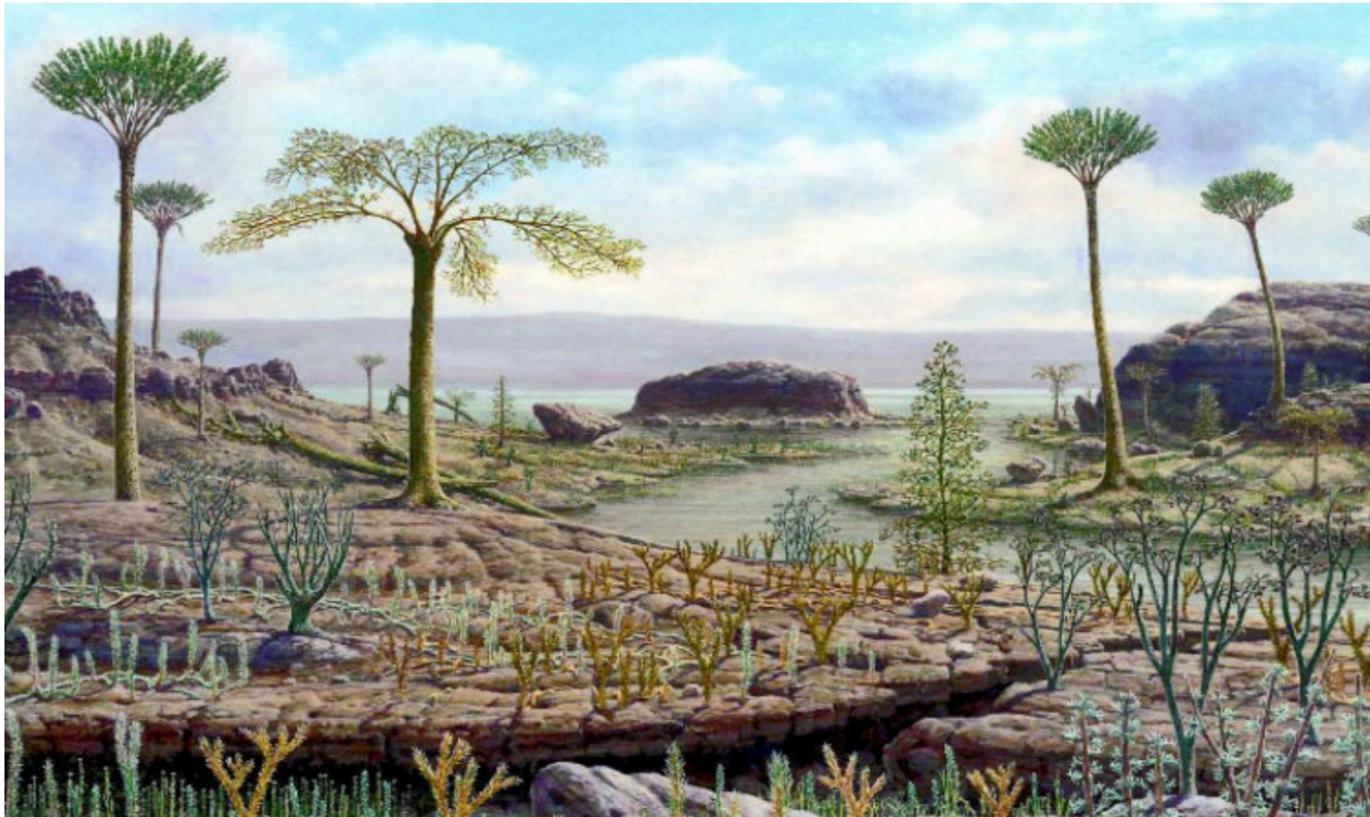
JHONNY E. CASAS¹, CHRIS BERRY², JOHN M. MOODY³, GAVIN YOUNG⁴

¹Universidad Central de Venezuela, Departamento de Petróleo, Caracas, Venezuela

²University of Cardiff, Department of Geology, UK

³Grayson College, Texas, USA

⁴Australian National University, Dept. of Geology, Canberra, Australia



<https://collembos.fr/en/origin-and-history/47-origin-of-springtails.html>

INTRODUCCIÓN

La Sierra de Perijá constituye un sistema montañoso que, a lo largo de más de 200 km, divide a la cuenca del Lago de Maracaibo en Venezuela, del Valle César en Colombia. Las crestas de este sistema montañoso, cuyas alturas varían entre 800 y 3.750 m, están constituidas por espesas calizas cretácicas que le imparten una topografía característica.

Durante el Paleozoico-Mesozoico, la historia tectónica de la Sierra de Perijá presenta al menos cuatro grandes episodios tectónicos: Silúrico-Devónico temprano, Devónico tardío, Pérmico tardío-Triásico y Jurásico-Cretácico temprano, donde el único evento de metamorfismo regional ocurrió previo a la

sedimentación de una sucesión de estratos sedimentarios de edad devónica conocidos como Grupo Río Cachimí (Kellogg, 1984). El Grupo Río Cachimí está definido según González De Juana, Iturralde y Piccard (1980), como una gruesa sucesión sedimentaria devónica, subdividida en cuatro formaciones que en orden cronológico ascendente fueron denominadas: Los Guineos, Caño Grande, Caño del Oeste y Campo Chico.

Este trabajo presenta un resumen actualizado de la estratigrafía, edad y conjuntos paleontológicos descubiertos a lo largo de los últimos años en la Formación Campo Chico, los cuales han añadido abundante información y nuevas evidencias en la reconstrucción paleobotánica, paleofaunal y

paleogeográfica para el área norte del continente sudamericano durante el Givetiano-Frasniano.

TRABAJOS PREVIOS

El primer trabajo publicado sobre las formaciones devónicas en la Sierra de Perijá de Venezuela, corresponde a Weisbord (1926), quien hizo una descripción paleontológica de especímenes recolectados en el Río Cachimí asignándolos al Devónico inferior-medio. Posteriormente, Liddle, Harris y Wells (1943), publican y emplean por primera vez el nombre de Serie del Río Cachimí para designar al conjunto de afloramientos devónicos de esa localidad, y pocos años después, Sutton (1946), cambia el nombre a Grupo Río Cachimí, denominación que subsiste como oficial, hasta el presente. En 1972, Bowen define una nueva formación añadiéndola como base del Grupo Río Cachimí (Formación Los Guineos), y describe detalladamente al resto de las formaciones devónicas del grupo.

Benedetto (1980, 1984), publica una serie de artículos de carácter principalmente paleontológico donde analiza detalladamente la fauna y la edad de las formaciones Caño Grande y Caño del Oeste, introduciendo además modificaciones en la nomenclatura estratigráfica e interpretando a la Formación Campo Chico y a la suprayacente Formación Caño del Noroeste, como un solo ciclo sedimentario ininterrumpido (a falta de evidencias de una discordancia entre ambas), y con el nombre de la primera, asignándole una edad devónica (Benedetto, 1980).

Edwards y Benedetto (1985), reportan dos géneros de plantas en la Formación Campo Chico, mientras que algunos años más tarde, Berry, Casas, Moody y Young (1987) y Berry, Casas y Moody (1992), estudian en detalle la geología y describen los primeros resultados de un estudio paleontológico de la formación.

Berry (1994, 2000), Berry y Edwards (1994, 1995, 1996a, 1996b, 1997), Berry y Stein (2000), y Berry y Gensel (2019), sistemáticamente describieron diferentes géneros y especies de plantas fósiles, contenidas en la formación.

Young, Moody y Casas (2000), discuten nuevos descubrimientos de vertebrados devónicos en la Formación Campo Chico y sus implicaciones para el contacto Gondwana-Euramérica, mientras Young y Moody (2002), publican una extensa descripción de los

peces fósiles encontrados en la Formación Campo Chico, y discuten tanto las consideraciones filogenéticas como las afinidades de dichos elementos en un contexto paleogeográfico y paleotectónico. En años más recientes, Casas, Berry, Moody y Young (2022) publican una síntesis completa de la estratigrafía y paleontología de la Formación Campo Chico.

MARCO GEOLÓGICO

Ubicación del área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada unos 70 Km al oeste de la ciudad de Maracaibo (Figura 1.1), Estado Zulia, en el flanco oriental de la Sierra de Perijá, la cual es un sistema montañoso, que constituye un brazo o rama de la Cordillera Oriental Andina, al norte de Sudamérica, y a lo largo de la cual discurre la frontera entre Colombia y Venezuela.

Las mejores secciones estratigráficas de la Formación Campo Chico afloran dentro de los rectángulos resaltados en la Figura 1.2, principalmente a lo largo de los cortes de carretera que conducen al Río Socuy (bordeando el Caño Colorado), así como en afloramientos localizados dentro del Caño Colorado del Sur, tributario del mismo Caño Colorado.

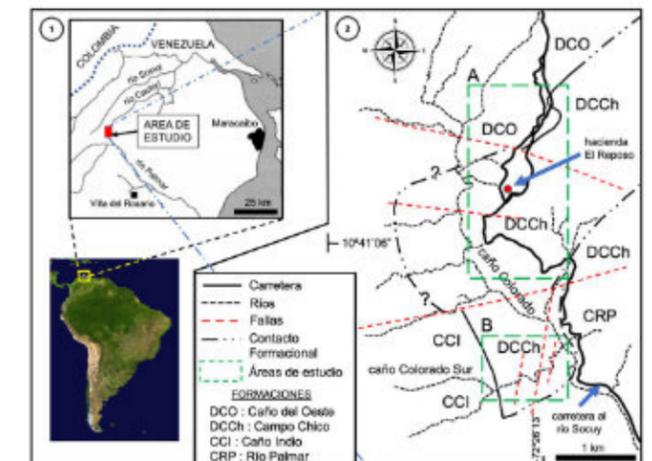


Figura 1. Ubicación regional del área de estudio (1.1). Detalle de la ubicación (rectángulos segmentados) de los afloramientos analizados en la carretera que conduce al Río Socuy y a lo largo del Caño Colorado Sur (1.2).

Estratigrafía Regional

González De Juana y otros (1980), mencionan al Grupo Río Cachimí, como una gruesa sucesión sedimentaria de edad devónica y de aproximadamente 2500 m de espesor, subdividida en cuatro formaciones que, de más viejo a más joven se denominan: Los Guineos, Caño

Grande, Caño del Oeste y Campo Chico. El conjunto según describen los mismos autores, suprayace en forma discordante un basamento granítico conocido como Granito de Lajas.

El Grupo Rio Cachiri es considerado en su conjunto por González De Juana y otros (1980), como una regresión sucesiva de ambientes que varían en líneas generales de marino a salobre. También los mismos autores, interpretan a la Formación Campo Chico (tope del grupo), como depositada en un ambiente subdeltaico, con invasiones marinas de poca importancia, e indican que, en base a determinaciones palinológicas, su edad es Devónico medio a superior, encontrándose a su vez, en forma discordante bajo formaciones del Paleozoico Superior (Formaciones Caño del Noroeste y Caño Indio).

Dentro del Grupo Rio Cachiri, Benedetto (1980) interpreta a la Formación Campo Chico como una sucesión de estratos depositada en un ambiente continental, que suprayace a la Formación Caño del Oeste (Givetiano) de origen marino e infrayace a la Formación Caño Indio (Pensilvaniense).

Estratigrafía de la Formación Campo Chico

Los principales afloramientos de la Formación Campo Chico pueden encontrarse en la carretera hacia el Río Socuy (Figura 2), así como a lo largo del Caño Colorado del Sur. En general, la Formación Campo Chico, está compuesta principalmente de areniscas grises y blancas muy compactas, así como algunas areniscas rojizas muy oxidadas, limolitas grises verdosas, lutitas grises oscuras a verdosas y esporádicos carbones muy delgados y localizados, así como algunas capas de conglomerados de grano fino a medio.

Las areniscas muestran en sección fina estar compuestas en gran parte por granos de cuarzo (monocristalino, y más abundante en su forma policristalina), ftanita y fragmentos líticos, cementados por sílice y óxidos de hierro (Casas, Berry y Moody, 1990); con contactos entre granos de tipo recto y suturado, sin porosidad aparente, evidenciando la fuerte compactación sufrida (Figura 3).

Algunas escasas capas de calizas están presentes en la formación, y son de escala centimétrica, de color muy oscuro, fácilmente identificables visualmente, y de gran continuidad lateral, constituidas esencialmente de micrita, con abundantes ostrácodos y gran cantidad de pirita (Figura. 3).



Figura 2. Afloramientos del miembro inferior de la Formación Campo Chico en la carretera al Río Socuy.

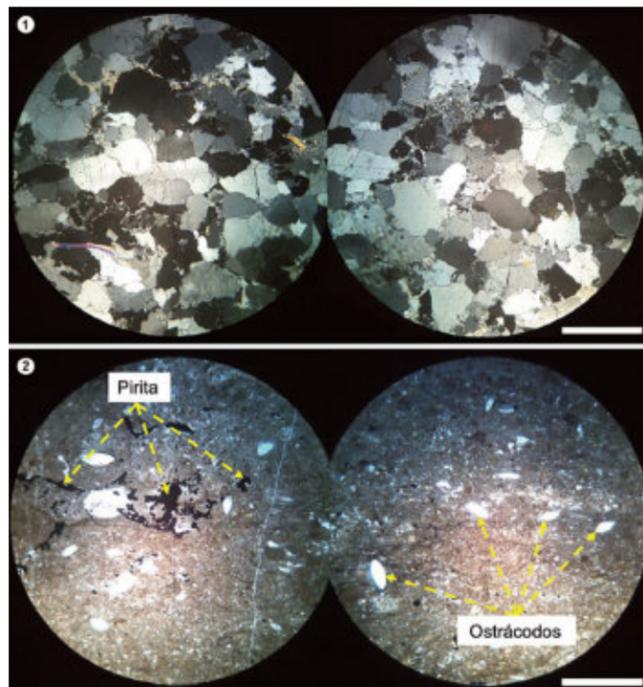


Figura 3. (3.1) Secciones finas de areniscas de grano medio del miembro inferior de la Formación Campo Chico mostrando contactos rectos y suturados entre granos (Nicoles-X). (3.2) Secciones finas de calizas micríticas del miembro superior, las cuales contienen fósiles de ostrácodos e importantes cantidades de pirita. Escala grafica= 1 mm.

Miembro Inferior: Los principales afloramientos del miembro inferior, pueden encontrarse en la carretera (tanto la nueva como la antigua) hacia el Río Socuy, donde muestran hacia la base, paquetes de areniscas grises que meteorizan a rojizo. Estos paquetes se presentan en forma de lentes con contactos erosivos y estructuras de canales, con acreción lateral marcada, donde es posible también reconocer tapones de arcilla que representan el abandono de dichos canales. Hacia

el tope, la sucesión presenta ciclos de lutitas espesas intercaladas con capas delgadas de areniscas de grano muy fino y limolitas (Casas, Moody y Young, 1992).

Estos afloramientos se encuentran en contacto de falla con sucesiones Carboníferas suprayacentes al sureste (Benedetto, 1984), y al norte y noroeste con una sucesión infrayacente de estratos también devónicos denominados formalmente como Formación Caño del Oeste. El contacto entre Campo Chico y Caño del Oeste puede ser observado en la antigua carretera al Río Socuy y se establece en la base de la primera capa de arenisca gris de unos dos metros de espesor, seguida de intercalaciones de lutitas grises con areniscas blancas y grises conglomeráticas conteniendo fragmentos de plantas y peces (Figura 4), lo cual contrasta notablemente con la litología infrayacente constituida por lutitas y limolitas pardas/grises oscuro, fosilíferas (conteniendo principalmente braquiópodos), asignadas a la Formación Caño del Oeste (Berry, Casas y Moody, 1997).

El rumbo de los estratos, en los afloramientos de la carretera, varían entre 30º y 70º azimuth, con buzamientos entre 10º y 40º hacia el sur, perturbados por algunas fallas normales de orientación general este-oeste, que muestran desplazamientos de pocos metros. Dentro del área de estudio, las secciones medidas en la carretera al Río Socuy, permitieron reconstruir una columna litológica continua, de más de 200 m de espesor, que corresponden en su mayor parte al Miembro Inferior de la formación.

En general, el miembro inferior de la Formación Campo Chico, está compuesto principalmente de areniscas grises y blancas muy compactas, así como algunas areniscas rojizas muy oxidadas, lutitas grises verdosas a amarillentas, algunas lutitas muy carbonosas, y esporádicos carbones muy delgados y localizados, así como algunas capas de conglomerados de grano fino a medio. Las areniscas muestran, en sección fina estar compuestas en gran parte por granos de cuarzo (monocristalino, y más abundante en su forma policristalina), ftanita y algunos fragmentos líticos, cementados por sílice y óxidos de hierro (Casas y otros, 1990), y con contactos entre granos de tipo recto y suturado (Figura 3).

Miembro Superior: El miembro superior de la Formación Campo Chico aflora tanto en la sección de Caño Colorado del Sur, como en la sección sur de la

carretera al Río Socuy, antes de llegar a la antigua Hacienda El Reposo. Consiste de capas gruesas de lutitas grises, limolitas verdosas piríticas y algunas sucesiones de areniscas de grano fino a medio. Hacia la base de la sucesión abundan las limolitas verdosas, en las cuales fueron encontrados varios niveles fosilíferos (Casas, Berry y Moody, 1992), constituidos por una numerosa acumulación de fragmentos de placas y escamas de peces (Figuras 4 y 5).

Inmediatamente sobre el nivel fosilífero anterior, aparecen dos delgadas capas de caliza gris oscura microcristalina, fácilmente identificables macroscópicamente y de gran continuidad lateral, constituidas esencialmente de micrita, con abundantes ostrácodos, restos de escamas de peces y pirita (Figura 3). Basado en los ostrácodos presentes, Casas y otros (2022), interpretaron que dichas calizas corresponden a sucesiones lacustres abiertas.

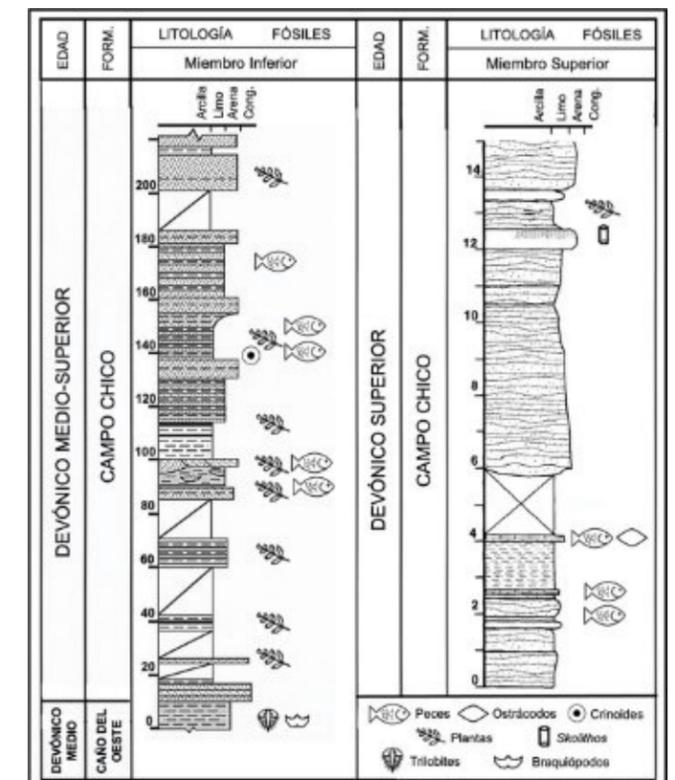


Figura 4. Columnas estratigráficas de la Formación Campo Chico. Miembro inferior (izquierda) a lo largo de la carretera al río Socuy. Parte del miembro superior (derecha) a lo largo del caño Colorado Sur. Modificado a partir de Casas y otros (1990, 1992) y Berry y otros (1997). Form: Formación; Cong: Conglomerado. Escala vertical en metros.

Esta sección fosilífera antes mencionada, constituye la base de la columna estratigráfica presente en el Caño

Colorado del Sur, cuya estructura es la de un gran anticlinal en forma de pliegue inclinado, con un flanco oeste buzando entre 15° y 20°, y un flanco este buzando entre 40° y 85° (Casas y otros, 2022). Hacia el tope de la sucesión, se observan fundamentalmente lutitas y limolitas grises verdosas y algunas areniscas de colores grises a verdosos, de grano fino a medio y normalmente masivas o con tenues laminaciones paralelas y rizaduras.



Figura 5. Nivel fosilífero de limolitas con abundantes fragmentos de placas y escamas de peces en Caño Colorado del Sur. De izquierda a derecha: G. Mosco, J. Moody y G. Young.

El contacto con la suprayacente Formación Caño Indio no pudo ser observado en afloramiento, y las evidencias de campo señalan la existencia de una marcada angularidad entre el rumbo de las capas de ambas formaciones, lo cual pudiera interpretarse como un contacto discordante o un contacto de falla (Casas y otros, 1992). En el lado colombiano de la Sierra de Perijá, la formación equivalente a Caño Indio, denominada Arenitas de Manaure (Pensilvánico) descansa también discordantemente sobre la Formación La Floresta, el equivalente aproximado al Grupo Rio Cachiri, en el lado venezolano (Pastor, Reyes, Cáceres, Sarmiento y Cramer, 2013).

En la sección del miembro superior, presente en la carretera al Rio Socuy pueden observarse una capa de arenisca completamente bioturbada por *Skolithos* (Figura 6). Esta capa fue utilizada como marcador para correlacionar con la sección presente en el Caño Colorado Sur, ya que adicionalmente, unos metros por arriba del nivel de *Skolithos*, es posible encontrar un horizonte con restos de plantas donde destaca el género *Archaeopteris*, que permitió corroborar la

correlación entre ambos afloramientos (Young y Moody, 2002).

La Formación Campo Chico en su conjunto, pero sobre todo en el miembro inferior, contiene una amplia variedad de plantas fósiles con diferentes grados de preservación donde se mencionan la presencia de numerosos géneros y especies, siendo éste el más diverso conjunto de plantas del Devónico de Gondwana reportado hasta la fecha (Berry 1993; 1997).

El espesor total de la Formación Campo Chico no es posible determinarlo con precisión, debido a la presencia de fallas importantes tanto en el tope de dicha formación como entre los dos miembros. Sin embargo, las secciones medidas entre Caño Colorado Sur y la carretera al Rio Socuy, pudieran permitir inferir un espesor que pudiera alcanzar fácilmente los 450 m.

AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN

La sucesión sedimentaria de la Formación Campo Chico es interpretada por numerosos autores (Casas y otros, 1990; Casas y otros, 1992; Berry y otros, 1997), como un gran ciclo, fundamentalmente continental marginal, compuesto por sucesiones de canales fluviales, distributarios, diques, abanicos de rotura, depósitos lacustres, pantanos, y ocasionales lagunas costeras con clara influencia marina. Esto está soportado por las estructuras sedimentarias, las asociaciones de facies y los ciclos de apilamiento observados (Berry, 1993; Berry y otros, 1997), así como por la presencia de numerosos horizontes con restos de plantas terrestres (principalmente en las capas de grano muy fino del miembro inferior, que incluyen delicadas microestructuras, cuya preservación indica el escaso transporte sufrido (Berry y otros, 1997).



Figura 6. Capa guía de arenisca de grano fino, completamente bioturbada por *Skolithos* (Miembro Superior).

La fauna de peces hallada en diversos niveles de la formación, también apoya el carácter predominante de aguas dulces en el ambiente sedimentario. En las capas ricas en restos de peces, ubicadas en ambos miembros, se encuentran huesos rotos, aleatoriamente orientados, indicando un cierto nivel de energía, sin embargo, los estratos donde los restos más comunes pertenecen al género *Bothriolepis*, ubicados en las capas del miembro superior, se presentan más articulados, sugiriendo un rápido enterramiento y condiciones de baja energía (Casas y otros, 2022).

Existen evidencias de pequeños y cortos pulsos salobres y marinos dentro de la sucesión estratigráfica, donde se menciona la identificación de algunos fragmentos de crinoides articulados, en un nivel 50 m por encima de la base de la sección, así como ejemplares del braquiópodo *Lingula* sp. (Berry y otros, 1997). En el miembro inferior, sobre la unidad de canales distributarios, se observa una sucesión con abundantes restos de plantas fósiles y láminas de carbón que sugieren condiciones de sedimentación tranquilas y desarrollo de pantanos. Sin embargo, en dichos horizontes inferiores, Young y Moody (2002), reportan una lutita rica en materia orgánica con escolecodontes, lo cual indicaría un corto pulso marino. Las sucesiones del miembro superior de Campo Chico, sin embargo, presentan en general ciclos granocrecientes los cuales son interpretados como repetidos avances de un posible frente deltáico, en una cuenca afectada por rápidos y cortos cambios relativos del nivel del mar, sin descartar que en esta evolución, sean posibles eventos de carácter autocíclico y no alocíclico.

La presencia localizada de calizas muy delgadas, en escala centimétrica, dentro del miembro superior, es interpretada como posibles sucesiones lacustres. Harvey (1999), analizando la presencia de acritarcos, en algunas capas del miembro superior, sugiere que la influencia marina se incrementa en dicho miembro con respecto al miembro inferior.

PALEONTOLOGÍA

Plantas

Berry (1993), describió en forma muy preliminar 19 especies de plantas, provenientes de 11 horizontes dentro de la Formación Campo Chico. Todo esto permitía visualizar ya en aquel momento, que el total de flora existente en esta pequeña área geográfica de la Sierra de Perijá, representada principalmente por la familia Cicadales y Psilofitales, pasaría a ser una

referencia a nivel mundial para la flora del Devónico medio-superior.

Del material posteriormente analizado en detalle y publicado a partir de esa fecha (1993), destacan en primer lugar los licófitos, los cuales tienen un importante componente en los ecosistemas terrestres primitivos devónicos, y el conjunto floral de Venezuela está frecuentemente dominado por ellos tanto en número de especies y nuevas especies, como en abundancia. Entre ellos destacan *Haskinsia sagittata* y *Haskinsia hastata* (Berry y Edwards, 1996a) y *Colpodexylon coloradoense* y *C. camptophyllum* (Berry y Edwards, 1995), los cuales forman densas acumulaciones en ciertos niveles estratigráficos de la Formación Campo Chico. También es de destacar el primer reporte para Sudamérica del licófito herbáceo *Leclercqia* cf. *complexa*, planta usualmente considerada como parte de Gondwana occidental (Berry, 1994).

Otro primer reporte para Sudamérica lo constituyó la publicación por Berry y Edwards (1994) del género zosterófilo *Serrulacaulis* cf. *furcatus*. Se descubrió, además del importante grupo de las Iridopteridales, un ejemplar que fue denominado *Anapaulia moodyi* (Berry y Edwards, 1996a), en honor de John Moody, su descubridor. Este género y especie también ha sido reportado por Prestianni y otros (2012), en el Devónico de Marruecos, lo cual enfatiza su afinidad Gondwana. Otra nueva especie también descrita a partir del material recolectado fue el pequeño licópsido *Gilboaphyton griersonii* (Berry y Edwards, 1997).

Un descubrimiento importante fue el cladoxilopsido arborescente *Wattieza casatii* (Berry, 2000; Berry y Casas, 2024), en honor de Jhonny E. Casas, uno de sus descubridores, y cuyo paratipo (parte y contraparte), se muestra en la Figura 7. *Wattieza* es muy importante porque constituye la evidencia más antigua de árboles en el record fósil de nuestro planeta hasta la fecha. Stein, Mannolini, Vanaller, Landing y Berry (2007), reportan espectaculares especímenes encontrados en el estado de Nueva York, mostrando la corona intacta de *Wattieza*. Esta evidencia permitió a dichos autores, la reconstrucción de un árbol de al menos 8 metros de altura, con un tronco principal y largas ramas a los lados.

Una nueva especie de Iridopteridaleano fue publicada en el 2000 como *Compsocradus laevigatus* por Berry y Stein (Figura 8).



Figura 7. Parte (1) y contraparte (2) de un sistema de ramas fértiles de *Wattieza casatii* (Berry, 2000).

Además, se descubrió una nueva progimnosperma aneurofitaleana (la primera reportada en Gondwana): *Tetraxylopteris reposana* y su abundante material permitió la más detallada descripción morfológica para esa especie hasta la fecha (Hammond y Berry, 2005). De una segunda temporada de campo en la sección de Caño Colorado Sur, se reportan dos especies de *Archaeopteris* en este caso provenientes del miembro superior (Young y Moody, 2002) y quedando a futuro su detallada descripción. La más reciente publicación a mencionar, corresponde a Berry y Gensel (2019), quienes publican un artículo describiendo *Sawdonia hippotheca*, una planta vascular, mejor conocida por su gran número de espinas. A futuro, quedan todavía muchas muestras con progimnospermas, así como otras plantas fósiles, por ser estudiadas y clasificadas.

Palinología

Análisis de los conjuntos de mioesporas efectuados por Harvey (1999, 2001) han provisto de dataciones precisas para los dos miembros de la Formación Campo Chico en el área de estudio. El ensamblaje de palinomorfos de la Formación Campo Chico, en la sección estudiada, permitió

encontrar diferencias verticales, donde el miembro inferior se muestra dominado por palinomorfos terrestres pobremente preservados, mientras que el miembro superior contiene esporas terrestres bien preservadas, así como palinomorfos marinos (acritarcos y quitinozoos).

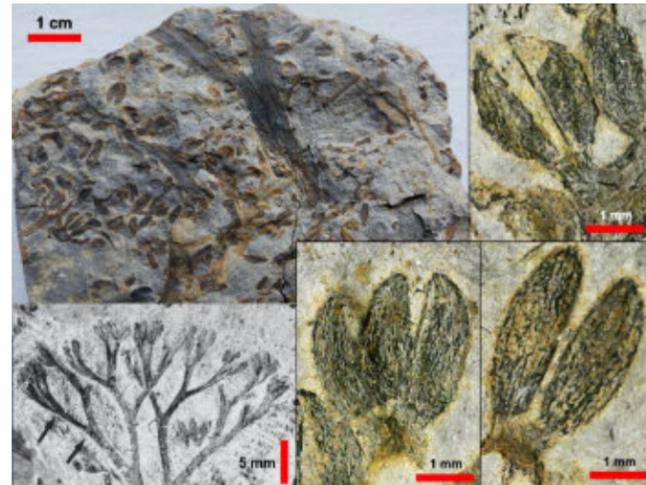


Figura 8. *Compsocradus laevigatus*. Arriba a la izquierda en muestra de mano. Abajo y a la derecha, detalle de los esporangios.

Las muestras analizadas por Harvey (2001), para el miembro inferior pertenecen al conjunto *lemurata-magnificus*, siguiendo el esquema de biozonas propuesto por Richardson y McGregor (1986), lo cual indica Givetiano medio-tardío. Adicionalmente, las muestras analizadas en las dos secciones correspondientes al miembro superior (tanto en caño Colorado Sur, como en la carretera al río Socuy) pertenecen a la asociación *ovalis-bulliferus*, indicando Frasniano temprano-medio (Richardson y McGregor, 1986). Esta datación está basada principalmente en la ocurrencia de abundantes *Verrucosporites bulliferus*, *Samarisporites triangulatus* y *Geminospora lemurata*.

Peces

Los restos de un grupo de peces (predominantemente placodermos) ha sido identificado tanto en capas del miembro superior como del miembro inferior de la Formación Campo Chico, caracterizándose por ser el primer registro fósil para Venezuela (y en algunos casos para Suramérica), de grandes grupos de peces devónicos de amplia distribución mundial: los placodermos antiárquidos, los filolépidos y los dipnoos. Tomados en su conjunto, el total de la fauna hallada comprende al menos nueve o diez taxones, de los

cuales cuatro son placodermos, dos o tres osteictios, un condictio y dos acantódidos.

Los estratos del miembro inferior de la formación, ubicados a lo largo de la carretera que conduce al Río Socuy, han proporcionado varias espinas, tanto in situ, como en cantos rodados, de un tiburón condictio elasmobranquio de aguas dulces (Young, 1982), identificado como *?Antarctilamna* gen. et sp. indet. El ejemplo mostrado en la Figura 9 (almacenado en la colección del Museo de Biología de la Universidad del Zulia (MBLUZ), Venezuela, bajo el número MBLUZ P-5), fue colectado in situ, en un estrato contentivo de gran cantidad de restos de plantas. También fueron halladas varias espinas de un pez acantódido asignado a *Machaeracanthus* sp. indet., así como espinas de otro acantódido indeterminado (Young y otros, 2000).

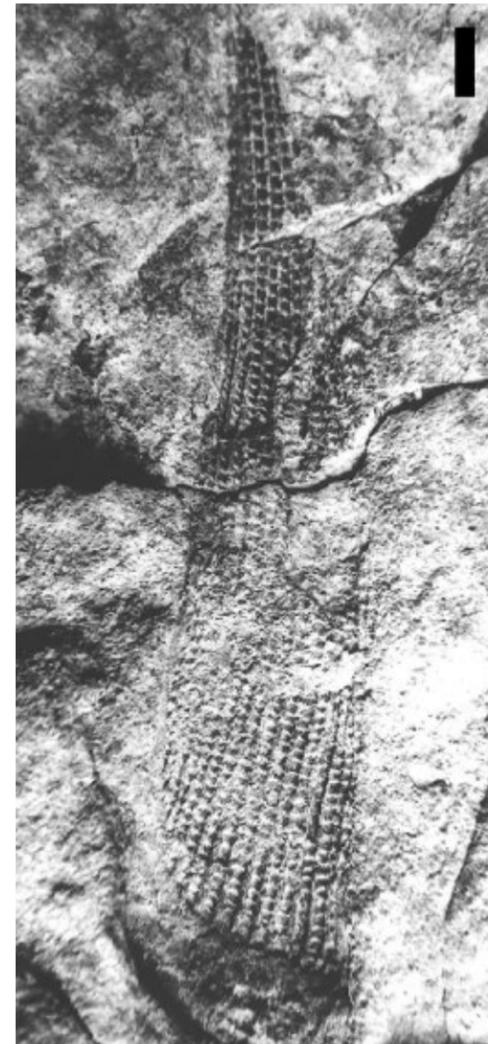


Figura 9. Fragmento de espina de tiburón condictio elasmobranquio de aguas dulces identificado como *?Antarctilamna* gen. et sp. indet. Escala grafica= 1 cm.

Cerca del contacto con la infrayacente Formación Caño del Oeste, y muy probablemente provenientes del miembro inferior de Campo Chico, han sido encontrados cantos rodados contentivos de restos de un *Phyllolepidae* gen. et sp. indet. (Berry y otros, 1997; Young y Moody, 2002). Los restos de este pez filolépido hallado en la Formación Campo Chico revelan afinidades con un género australiano y extienden la distribución geográfica de este grupo a la zona septentrional de Gondwana (Young y Moody, 2002).

Por otro lado, en las capas de la Formación Campo Chico correspondientes al Miembro Superior y ubicadas a lo largo del Caño Colorado del Sur, se han encontrado niveles fosilíferos con cientos de fragmentos de huesos y escamas, entre los que se han identificado placodermos antiárquidos (Young y Moody, 2002). En estos niveles, restos del género *Bothriolepis* son los más comunes, y donde se reportó una nueva especie: *Bothriolepis perija*, cuyo holotipo (Figura 10) también se encuentra almacenado en Museo de Biología de la Universidad del Zulia, bajo el número MBLUZ P-182 (Casas y otros, 2022).



Figura 10. Holotipo de *Bothriolepis perija*. Escala = 5 mm.

El resto de los ejemplares hallados, corresponden a asterolepidos antiárquidos que están representados por numerosos huesos y placas de un nuevo género y al menos dos especies, denominados *Venezuelepis antártica* y *Venezuelepis mingui*, ambos con afinidades filogenéticas con especies de la Antártida (Young y Moody, 2002). En estos mismos niveles estratigráficos, han sido encontradas también, algunas placas identificadas como un Ptyodontido gen. et sp. indet. (Young y Moody, 2002). Los mismos autores, también identificaron restos de al menos dos sarcopterigios

(*Osteolepido* gen. et sp. indet. y *Dipnoo* gen. et sp. indet.), siendo las placas dentarias y escamas de este último, los restos más antiguos de peces pulmonados reportados para Sudamérica, hogar todavía de uno de los tres géneros sobrevivientes (*Lepidosiren*) de peces pulmonados. Ejemplos de una placa dentaria y de una escama de un *Dipnoo* indeterminado (ejemplares almacenados en MBLUZ) se muestran en la Figura 11.1 y 11.2 respectivamente.

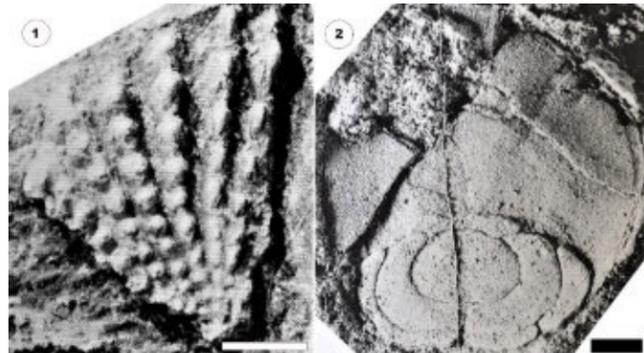


Figura 11. Placa dentaria (izquierda) y escama (derecha) de un *Dipnoo* gen. et sp. indet. Escalas graficas= 2 mm. Modificado de Young y Moody (2002).

EDAD DE LA FORMACION

El conjunto paleofloral descrito por Berry y otros (1992), en el miembro inferior de Campo Chico, sugiere una edad Givetiano tardío a Frasniano temprano. Esto coincide con la datación proporcionada por la asociación de restos de peces descrita hasta la fecha (Young y otros, 2000; Young y Moody, 2002). Análisis posteriores efectuados por Harvey (2001), han proporcionado mayor precisión en la datación. Por ejemplo, la sección inferior de la Formación Campo Chico expuesta en la carretera vieja al Rio Socuy, ha sido asignada, basada en la asociación de mioesporas, al Givetiano medio-tardío. La sección inferior también expuesta en la sección de carretera nueva, contiene elementos que la datan como Givetiano tardío a Frasniano temprano.

La asociación de mioesporas de la parte superior de Campo Chico, expuesta en el nuevo corte de carretera, indica Frasniano medio (Harvey, 1999), al igual que las muestras examinadas también de la parte superior de Campo Chico, pero ahora en la sección que aflora en Caño Colorado Sur. Por todo lo anterior, la edad de las secciones estudiadas en los afloramientos de la Formación Campo Chico a partir del análisis de mioesporas, abarcaría desde el Givetiano medio al Frasniano medio (Figura 12).

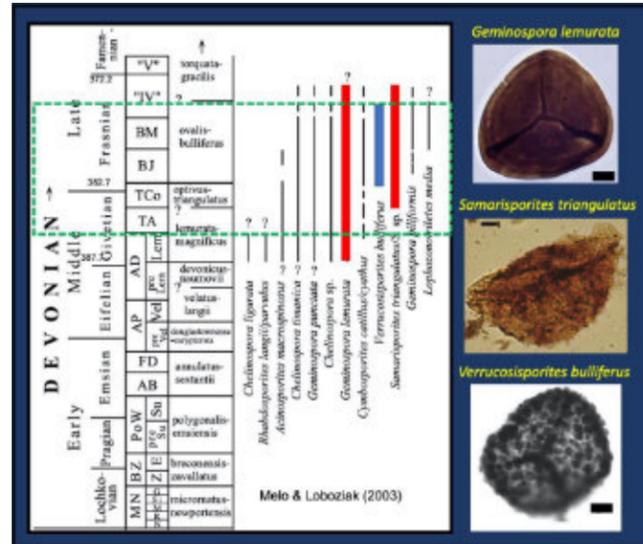


Figura 12. Asociación de mioesporas identificada en la Formación Campo Chico.

PALEOBIOGEOGRAFIA

Paleofitogeografía

El conjunto floral devónico, hallado en la Sierra de Perijá (Venezuela), presenta afinidad al hallado y descrito en el estado de Nueva York (USA), tanto en rangos taxonómicos altos como a nivel genérico. Esta comparación es particularmente similar en la flora de licófitos herbáceos (Hammond y Berry, 2005). En términos de diversidad, la distribución de la flora de la Formación Campo Chico a través del intervalo Givetiano-Frasniano y la similitud de su composición, con la existente en áreas del paleocontinente de Euramérica, (ej. área de Catskills, en el estado de New York), soportan el concepto de una vegetación predominantemente uniforme a nivel mundial (Hammond y Berry, 2005), en regiones dentro del mismo cinturón climático.

Paleobiogeografía

La fauna de peces fósiles descubierta en la Sierra de Perijá representa el primer registro para Suramérica de algunos de los grandes grupos de peces devónicos, y ocurre en un área donde previamente los invertebrados de la infrayacente Formación Caño del Oeste (Benedetto, 1984) y plantas fósiles devónicas de Campo Chico (Berry y otros, 1997; Casas y otros, 1990; Hammond y Berry, 2005), muestran una clara afinidad con la región este de Norteamérica. También del lado colombiano, Pastor y otros (2013), concluyen que la Formación La Floresta (equivalente a la parte inferior-media del Grupo Rio Cachiri en el lado venezolano), muestra una fauna de braquiópodos que permite inferir

un corredor, conectando Ecuador, Colombia y el noroeste de Venezuela, con México y el este de los Estados Unidos.

Young y otros (2000), describen cuatro grandes grupos de peces (filolépidos, placodermos antiárquidos, y los dipnoos o dipneustos) para la Formación Campo Chico (Givetiano medio-Frasniano medio), ampliamente distribuidos en muchos continentes, sin embargo, la presencia de elementos endémicos está representada por un tiburón antartilamnido (Casas y otros, 1992; Young y otros, 2000), y por un filolépido, indicando una clara afinidad Gondwana (Young 1982, 2003). Young (2003), señala que los filolépidos son un grupo clave para entender la compleja interacción de las faunas vertebradas no-marinas entre Gondwana y Euramérica ya que además presentan una bioestratigrafía y biogeografía muy clara, donde el grupo está muy bien documentado para el Givetiano-Frasniano únicamente en Gondwana y ya para el Frasniano aparece reportado en Euramérica. También los descubrimientos de peces devónicos, efectuados por Janvier y Villarroel (1998, 2000), en Colombia, apuntan a que las faunas descritas por dichos autores, reflejan similitud entre el margen noroeste de Gondwana y el margen sureste de Euramérica, pero resaltando los elementos de afinidad Gondwanica.

RELACIONES PALEOGEOGRÁFICAS GENERALES

Gran cantidad de reconstrucciones para el tiempo Devónico, muestran a los bloques continentales en dos grandes masas terrestres. En primer lugar, Gondwana, compuesto por Suramérica, África, Arabia, India, Australia y Antártida. Un segundo supercontinente al norte, compuesto por Euramérica, Groenlandia, la región Báltica y parte de Asia, denominado en su conjunto Laurasia.

Las unidades continentales existentes para el Devónico varían ampliamente dependiendo del criterio paleomagnético utilizado por cada autor. Por ejemplo, las interpretaciones paleogeográficas publicadas por Kent y Van der Voo (1990) y por Tait, Schatz, Bachtadse y Soffel (2000), muestran a Gondwana y Laurasia separadas por un amplio océano para el Devónico medio, mientras que por el contrario, la interpretación de Scotese y McKerrow (1990) y Boucot, Xu y Scotese (2013), los muestra muy cercanos. Young y Moody (2002), colocan a estas localidades continentales en cercana proximidad, basados en el patrón de distribución en tiempo y espacio de las faunas de peces

y paleoflora descritas para la Formación Campo Chico en Venezuela, así como para la Formación Cucho en Colombia, descrita por Janvier y Villarroel (1998). La ocurrencia de *Machaeracanthus* en Norteamérica podría ser otra pieza de evidencia según Young y Moody (2002), de un posible contacto o cierre del océano entre el noroeste de Gondwana y el este de Euramérica hacia finales del Frasniano.

Young y Moody (2002), concluyen que la Formación Campo Chico en la Sierra de Perijá, con su particular contenido de fauna fósil de peces, es biogeográficamente una extensión del margen norte de Gondwana. Young y otros (2000), establecen cierto endemismo para el Givetiano-Frasniano en cuanto a la fauna de peces hallada, lo que pareciera indicar la existencia de una persistente barrera marina entre Gondwana y Laurasia para este tiempo. Esta barrera pudo de igual manera no haber sido muy amplia, ya que las faunas de braquiópodos reportadas en los estratos devónicos de Venezuela (Formación Caño del Oeste) y el área este de los Estados Unidos (Nueva York) son muy similares, incluso a nivel de especies, tanto que hasta una yuxtaposición entre estas regiones había sido sugerida por Benedetto (1984), para el Givetiano inferior a medio.

La fauna de peces hallada en la Formación Campo Chico (Givetiano-Frasniano), ubicada en Venezuela y en la Formación Cucho (Frasniano) ubicada en Colombia, es muy similar en cuanto a que es dominada por placodermos y osteictios dentro de un amplio cinturón intertropical devónico, descrito por Janvier (2007), para el margen norte de Gondwana y el margen sureste de Euramérica, sugiriendo además intercambios faunales menores entre ambos continentes para finales del tiempo Frasniano.

Como han señalado con anterioridad Young y otros (2000) y Young y Moody (2002), la dispersión selectiva de peces marinos marginales y posiblemente de agua dulce desde Gondwana hacia Euramérica requirió un contacto cercano o conexiones marinas en aguas muy poco profundas. entre las dos masas de tierra durante el Frasniano tardío o el Fameniense temprano. Los nuevos modelos tienden a considerar la existencia de un contacto más cercano entre Gondwana y Euramérica en el Devónico Tardío al nivel del actual este de Norteamérica y el noroeste de Suramérica (Janvier y Maisey, 2010).

Igualmente, los conjuntos de plantas descritos para Perijá y el estado de Nueva York, también muestran una clara afinidad, como ya se mencionó, tal vez debido a que la capacidad de colonizar grandes áreas, no fue detenida por la posible existencia de una estrecha barrera marina, que en cambio pudo haber impedido la migración de peces de agua dulce entre las dos masas continentales (Berry y otros, 1993; Young y otros, 2000; Young y Moody, 2003). Este escenario pudiera sugerir que las floras de ambas regiones fueron acumuladas en sistemas sedimentarios de latitud, condiciones ambientales y climáticas, similares.

Graficando las ocurrencias fosilíferas de Sierra de Perijá y Nueva York (Catskills), en la reconstrucción paleocontinental hecha por Boucot y otros (2013), para el tiempo Fameniano, se visualiza que las dos localidades estarían ubicadas en un cinturón de temperaturas cálidas y con posibles puentes terrestres entre el noroeste de Gondwana y el sureste de Euramérica. Estos puentes pueden haber sido intermitentes a partir del Frasniano, conectando ambos continentes ya para finales del Devónico (Hammond y Berry, 2005; Blakey, 2020), durante el tiempo Fameniano (Figura 13).

La alta complejidad tectónica del Paleozoico–Mesozoico en la Sierra de Perijá, ha llevado a algunos autores a sugerir que la estratigrafía en dicha región estaría compuesta por bloques alóctonos emplazados durante el Jurásico (Maze, 1984). Mas recientemente, Restrepo y Toussaint (2020) postulan la acreción hacia finales del Paleozoico, del bloque denominado Chibcha, sobre el cratón Amazónico perteneciente a Gondwana (la Formación Campo Chico se encuentra ubicada en la parte norte del denominado bloque Chibcha). Sin embargo, las afinidades biogeográficas de la mayor parte de la fauna de peces descritas en la Formación Campo Chico, excluyen un origen que no sea como parte de Gondwana, al menos durante el Givetiano medio–Frasniano medio. Análisis geoquímicos e isotópicos efectuados por Van der Leij, Spikings, Ulianov, Chiaradia y Mora (2016), parecieran confirmar que al menos las rocas ígneas y metamórficas que conforman el Paleozoico–Mesozoico del macizo Santander, Santa Marta, la Sierra de Perijá y los Andes de Mérida, son autóctonas de Gondwana.



Figura 13. Reconstrucción paleogeográfica para el Frasniano, mostrando la posible ubicación geográfica cercana entre la Sierra de Perijá (Gondwana), y el área de Catskills, Nueva York (Euroamérica), separadas por una estrecha barrera marina (modificado de Blakey, 2020).

CONCLUSIONES

El estudio geológico detallado de los afloramientos presentes en el área de estudio, permitió definir a la Formación Campo Chico como un ciclo fluvio/deltaico de sedimentos, con rápidas y cortas incursiones marinas, sobre todo hacia la parte superior de la misma.

La edad de las secciones estudiadas en los afloramientos de la Formación Campo Chico a partir del análisis de mioesporas, permite delimitarla entre el Givetiano medio y el Frasniano medio.

El conjunto floral fósil devónico hallado en la Sierra de Perijá, es dominado por licófitos, tanto en número de especies como en abundancia, y es el más diverso, reportado hasta los momentos en los continentes que conformaron la antigua Gondwana. La importancia de estos descubrimientos viene realizada por la excelente preservación y diversidad que permite incrementar notablemente el conocimiento de las características morfológicas y la distribución de estas plantas, por lo que esta región se ha convertido en una de las localidades clásicas mundiales para el Devónico medio–superior.

La evidencia paleobotánica sugiere que para el tiempo de acumulación de las rocas que contienen estas plantas fósiles en Perijá, existía una relativamente libre migración de plantas desde y hacia la región ocupada por el actual estado de New York (USA). Este hecho

parece sugerir proximidad geográfica o climática entre ambas áreas durante al menos el tiempo Givetiano–Frasniano, es por ello que, bajo este escenario propuesto, las paleofloras de Perijá y New York, posiblemente pudieron ser depositadas en sistemas sedimentarios de latitudes similares, donde estos conjuntos florales pudieran representar dos ventanas en un continuo cinturón de vegetación, distribuido a lo largo de una extensa línea de costa hacia finales del Devónico.

La fauna de vertebrados fósiles encontrada y descrita a lo largo de los últimos 30 años en la Formación Campo Chico es dominada por placodermos, pero también incluye osteictios, condictios y acantódidos, donde la asociación es interpretada como Givetiano–Frasniano; constituyendo en su momento, la primera referencia de estos peces Devónicos, para Venezuela; y algunos de ellos, además, la primera referencia para Sudamérica.

REFERENCIAS

- Benedetto, J. L.** (1980). Síntesis bioestratigráfica del Paleozoico tardío en la Sierra de Perijá, Venezuela. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 52, 827–839.
- Benedetto, J. L.** (1984). Les Brachiopodes Devoniens de la Sierra de Perijá (Venezuela): systematiques et implications paleographiques. *Biostratigraphie du Paleozoique*. Université de Bretagne Occidentale. <http://pi.lib.uchicago.edu/1001/cat/bib/890187>
- Berry, C. M.** (1993). *Devonian plant assemblage from Venezuela*. (Tesis Doctoral), University of Wales, Reino Unido.
- Berry, C. M., Casas, J. E. y Moody, J. M.** (1992). Diverse Devonian Plant assemblages from Venezuela. *Documents des Laboratoire de Géologie de Lyon*, 125, 29–42. https://www.persee.fr/doc/geoly_0750-6635_1993_act_125_1_1546
- Berry, C. M., Casas, J. E., Moody, J. M. y Young, G.** (1997). Síntesis estratigráfica y paleontológica de la Formación Campo Chico (Devónico Medio–Superior), Sierra de Perijá. *Memorias del 8º Congreso Geológico Venezolano, Sociedad Venezolana de Geólogos Vol. 1* (pp. 125–132). Porlamar, Venezuela.
- Berry, C. M. y Edwards, D.** (1997). A new species of the lycopsid *Gilboaphyton* Arnold from the Devonian of Venezuela and New York State, with a revision of the closely related genus *Archaeosigillaria* Kidston. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 96(1), 47–70. [https://doi.org/10.1016/S0034-6667\(96\)00015-2](https://doi.org/10.1016/S0034-6667(96)00015-2)
- Berry, C. M. y Gensel, P.** (2019). Late Mid Devonian *Sawdonia* (Zosterophyllopsida) from Venezuela. *International Journal of Plant Sciences*, 180(6), 540–557. <https://doi.org/10.1086/702940>
- Berry, C.M. y Casas, J.E.** (2024) *Wattieza* - The World's Oldest Giant Cladoxylopsid Tree And The First Forests During Devonian Times. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*. Vol. LXXXIV, n.º 2, pp. 13-17 https://acifiman.org/boletines_articulos/wattieza-the-worlds-oldest-giant-cladoxylopsid-tree-and-the-first-forests-during-devonian-times/
- Blakey, R. C.** (2008). Gondwana paleogeography from assembly to breakup - A 500 m.y. Odyssey. En C. R. Fielding, T. D. Frank y J. L. Isbell (Eds.), *Resolving the Late Paleozoic Ice Age in Time and Space* (pp. 1–28). *Geological Society of America Special Paper* 441. [https://doi.org/10.1130/2008.2441\(01\)](https://doi.org/10.1130/2008.2441(01))
- Blakey, R. C.** (2020). Deep Time Maps. Recuperado el 15 de octubre de 2021, <https://deeptimemaps.com/north-america/>
- Boucot, A. J.** (1985). Late Silurian–Early Devonian biogeography, provincialism, evolution and extinction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 309(1138), 323–339. <https://doi.org/10.1098/rstb.1985.0089>
- Boucot, A. J., Xu, C. y Scotese, C.** (2013). Phanerozoic Paleoclimate: An Atlas of Lithologic Indicators of Climate. *SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology*, 11, 478 p.
- Casas, J. E., Berry, C. M. y Moody, J.** (1990). Estudio Paleontológico de la Formación Campo Chico (Devónico medio–superior). Maraven (Filial de Petróleos de Venezuela), Reporte Interno. Informe Técnico #10905. 20 p.
- Casas, J. E., Moody, J. M. y Young, G. C.** (1992). Vertebrados fósiles de la Formación Campo Chico (Devónico medio–superior). Maraven (Filial de Petróleos de Venezuela), Reporte Interno EPC-12.972, Caracas, 20 p.

El componente endémico de la fauna de peces, es de clara afinidad Gondwana, pero la existencia de elementos florales en común con Norteamérica, parece evidenciar una posible cercanía o cierre del océano entre el noroeste de Gondwana y el este de Euramérica, durante el tiempo Frasniano–Fameniano. La definitiva afinidad Gondwana podría interpretarse como indicio de la existencia de una estrecha pero persistente barrera marina que impidió la migración de los peces de agua dulce hacia Euramérica, al menos durante el tiempo de sedimentación de la Formación Campo Chico.

- Casas, J.E., Berry, C., Moody, J. y Young, G.** (2022). Formación Campo Chico, una increíble ventana a la flora y fauna fósil del Devónico (Givetiano–Frasniano) en la Sierra de Perijá, Venezuela. *PeAPA* 22 (1): 20–35.
<http://dx.doi.org/10.5710/PEAPA.08.03.2022.401>
- Edwards, D. y 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.
- González de Juana, C., Iturralde, J. M. y Picard, X.** (1980). *Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas* (pp. 124–126). Ediciones Foninves, Caracas.
- Hammond, S. y Berry, C. M.** (2005). A new species of Tetraxlopteris (Aneurophytales) from the Devonian of Venezuela. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 148(3), 275–303. <https://doi:10.1111/j.1095-8339.2005.00418.x>
- Harvey, C.** (1999). Middle and Upper Devonian palynology of the Sierra de Perijá, western Venezuela. *Palaeontological Association Newsletter* (abstracts), 42, 17–18.
- Harvey, C.** (2001). *Palynology and Coal Analysis of the Devonian Campo Chico Formation, Western Venezuela*. (Tesis Doctoral), University of Sheffield, Reino Unido, 205 p.
- Janvier, P.** (2007). The Devonian vertebrates of South America: Malvinokaffric fishes and Gondwana-Euramerica faunal interchange. En E. Díaz-Martínez y I. Rábano (Eds.), 4th European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America. Cuadernos del Museo Geominero, Nº 8. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Janvier, P. y Villarroel, C.** (1998). Los peces Devónicos del Macizo de Floresta (Boyacá, Colombia). Consideraciones taxonómicas, bioestratigráficas, biogeográficas y ambientales. *Geología Colombiana*, 23, 3–18.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/31461>
- Janvier, P. y Villarroel, C.** (2000). Devonian vertebrates from Colombia. *Palaeontology*, 43, 729–763. <https://doi.org/10.1111/1475-4983.00147>
- Janvier, P. y Maisey, J.G.** (2010). The Devonian vertebrates of South America and their biogeographical relationships. En D. K. Elliott, J. G. Maisey, X. Yu & D. Miao (Eds.), *Morphology, Phylogeny and Paleobiogeography of Fossil Fishes*, (pp. 431–459). Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, Germany
- Kellogg, J.** (1984). Cenozoic tectonic history of the Sierra de Perijá, Venezuela-Colombia, and adjacent basins. *Geological Society of America*, 162, 239–261.
- Kent, V. y Van Der Voo, R.** (1990). Palaeozoic Palaeogeography from paleomagnetism of the Atlantic-bordering continents. En W. McKerrow y C. Scotese (Eds.), *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography* (pp. 49–56). *Geological Society Memoir* 12, London.
- Li, Z. X. y Powell, C. M.** (2001). An outline of the palaeogeographical evolution of the Australasian region since the beginning of the Neoproterozoic. *Earth Science Reviews*, 53, 237–277.
- Liddle, R. A., Harris, G. D. y Wells, J. W.** (1943). The Río Cachirí section in the Sierra de Perijá, Venezuela. *Bulletin of American Paleontology*, 27(108), 273–368.
- Maze, W.** (1984). Jurassic La Quinta Formation in the Sierra de Perijá, northwestern Venezuela: Geology and tectonic environment of red beds and volcanic rocks. *Geological Society of America*, 162, 263–282.
- Olive, S., Pradel, A., Martínez-Pérez, C., Janvier, P., Lamsdell, J. C., Gueriau, P., Rabet, N., Duranleau-Gagnon, P., Cárdenas-Rozo, A. L., Zapata, P. A. y Botella, H.** (2019). New insights into Late Devonian vertebrates and associated fauna from the Cucho Formation (Floresta massif, Colombia). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 39(23), 1–19.
- Pastor, A., Reyes, J., Cáceres, C., Sarmiento, G. y Cramer, T.** (2013). Análisis estratigráfico de la sucesión del Devónico-Pérmico al oriente de Manaure y San José de Oriente (Serranía del Perijá, Colombia). *Geología Colombiana*, 38, 5–24.
- Prestianni, C., Meyer-Berthaud, B., Blanchard, R., Rücklin, M., Clément, G. y Gerrienne, P.** (2012). The Middle Devonian plant assemblage from Dechra Ait Abdallah (Central Morocco) revisited. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 179, 44–55.
<https://doi:10.1016/j.revpalbo.2012.03.011>
- Restrepo, J. J. y Toussaint, J. F.** (2020). Tectonostratigraphic Terranes in Colombia: An Update. First Part: Continental Terranes. En J. Gómez y D. Mateus-Zabala (Eds.), *The Geology of Colombia, Volume 1 Proterozoic – Paleozoic* (pp. 37–63). *Servicio Geológico Colombiano, Publicaciones Geológicas Especiales* 35. <https://doi.org/10.32685/pub.esp.35.2019.03>
- Richardson, J. B. y McGregor, D. C.** (1986). Silurian and Devonian spore zones of the Old Red Sandstone Continent and adjacent regions. *Bulletin of Geological Survey of Canada*, 364, 1–79.
- Scotese, C.** (2003) Paleomap Project. Recuperado el 15 de octubre de 2021, <http://www.scotese.com/ldevclim.htm>
- Scotese, C. y McKerrow, W.** (1990). Revised world maps and introduction. En W. McKerrow y C. Scotese (Eds.), *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography* (pp. 1–21). *Geological Society Memoir*, 12, London.
- Stein, W. Mannolini, F., VanAller, L., Landing, E. y Berry, C.** (2007). Giant cladoxylopsid trees resolve the enigma of the Earth's earliest forest stumps at Gilboa. *Nature*, 446, 904–907.
- Sutton, F. A.** (1946). Geology of Maracaibo Basin, Venezuela. *American Association of Petroleum Geology*, 30(10), 1621–1741.

- Tait, J., Schatz, M., Bachtadse, V. y Soffel, H.** (2000). Palaeomagnetism and Palaeozoic paleogeography of Gondwana and European terranes. En W. Franke, V. Haak, O. Oncken y D. Tanner (Eds.), *Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Belt* (pp. 21–34). *Geological Society of London, Special Publication* 179, London.
- Van der Lelij, R., Spikings, R., Ulianov, A., Chiaradia, M. y Mora, A.** (2016). Palaeozoic to Early Jurassic history of the northwestern corner of Gondwana, and implications for the evolution of the Iapetus, Rheic and Pacific Oceans. *Gondwana Research*, 31, 271–294.
- Weisbord, N.** (1926). Venezuelan Devonian fossils. *Bulletin of American Paleontology*, 11(46), 223–268.
- Young, G. C.** (1982). Devonian sharks from South-eastern Australia and Antarctica. *Palaeontology*, 25(4), 817–843.
- Young, G. C.** (1993). Vertebrate Faunal Provinces in the Middle Palaeozoic. En J. Long (Ed.), *Palaeozoic Vertebrate Biostratigraphy and Biogeography* (pp. 293–323). Belhaven Press, London.
- Young, G. C.** (2003). North Gondwana mid-Palaeozoic connections with Euramerica and Asia: Devonian vertebrate evidence. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 242, 169–185.
- Young, G. C., Burrow, C., Long, J. A., Turner, S. y Choo, B.** (2010). Devonian macrovertebrate assemblages and biogeography of East Gondwana (Australasia, Antarctica). *Palaeoworld*, 19, 55–74. <https://doi:10.1016/j.palwor.2009.11.005>
- Young, G. C. y Moody, J. M.** (2002). A Middle-Late Devonian fish fauna from the Sierra de Perijá, western Venezuela, South America. *Mitteilung Museum Naturkunde Berlin Geowiss Reihe*, 5, 155–206. <https://doi.org/10.1002/mmng.20020050111>
- Young, G. C., Moody, J. M. y Casas, J. E.** (2000). New discoveries of Devonian vertebrates from South America, and implications for Gondwana-Euramerica contact. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 331, 755–761.



jcasas@geologist.com

MSc. Jhonny E. Casas Autor/Co-autor en 57 publicaciones para diferentes boletines y revistas técnicas, como: Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Geophysics, The Leading Edge, Asociación Paleontológica Argentina, Paleontology, Journal of Petroleum Geology, y Caribbean Journal of Earth Sciences; incluyendo presentaciones en eventos técnicos: AAPG, SPE, CSPG-SEPM y Congresos Geológicos en Venezuela y Colombia, así como artículos históricos de exploración en la revista Explorer. Profesor de Geología del Petróleo en la Universidad Central de Venezuela (1996-2004). Profesor de materias de postgrado tales como: Estratigrafía Secuencial, Modelos de Facies y Análogos de afloramiento para la caracterización de yacimientos (2003-2024), en la misma universidad. Mentor en 11 tesis de maestría. Representante regional para la International Association of Sedimentologist (2020-2026) y ExDirector de Educación en la American Association of Petroleum Geologists (AAPG) para la región de Latinoamérica y del Caribe (2021-2023). Advisory Counselor para AAPG LACR (2023-2026).



BerryCM@cardiff.ac.uk

Dr. Christopher Berry es un paleobotánico que se especializa en comprender la radiación temprana de los grandes grupos de plantas y el nacimiento de los ecosistemas forestales en el período Devónico, hace unos 380 millones de años. Esto se basa en la formación que recibió de la profesora Dianne Edwards, FRS y de Muriel Fairon-Demaret (Lieja, Bélgica). Su experiencia se basa en un apasionante programa de trabajo de campo en lugares tan variados como: Svalbard, Groenlandia, China, EE. UU., Venezuela, Colombia, Argentina, Europa; y una preparación de los fósiles recuperados, en los laboratorios de Cardiff. Sus publicaciones de más alto perfil, que versan sobre los primeros bosques fósiles y el crecimiento de los primeros árboles, han recibido publicidad mundial.



themoldbones@earthlink.net

John M. Moody comenzó su interés por la paleontología cuando era un niño, en un pequeño pueblo de Texas, donde visitaba el lago Texoma y admiraba la riqueza de fósiles que lo rodeaba. Esto lo llevó a una larga carrera en geología a través de la cual fue pionero en el descubrimiento de fósiles nunca antes descritos en Venezuela, estableciendo un programa de geología en el museo de la Universidad del Zulia, asesorando a futuros líderes en el campo y teniendo al menos tres especies previamente desconocidas nombradas en su honor. También es un autor prolífico con 25 libros publicados de aventuras y misterio. Actualmente John enseña en Grayson College, Texas.



gavinyoung51@gmail.com

Dr. Gavin Young

Graduado en Geología en 1969, y con PhD en 1976; trabajó desde 1977 como geólogo/paleontólogo en BMR (más tarde Organización de Estudios Geológicos de Australia; AGSO). Llevó a cabo estudios geológicos y datación de estratos sedimentarios (bioestratigrafía) para apoyar la exploración de minerales e hidrocarburos en las cuencas sedimentarias terrestres de Australia. Esto incluyó una extensa geología de campo y recolección en toda Australia y en el extranjero (por ejemplo, América del Sur y del Norte, Europa, Rusia, Irán, Malasia, Vietnam, China). Fue investigador científico principal en AGSO 1989-1997. Regresó al Departamento de Geología de la ANU en 1997 como miembro visitante. Fue profesor visitante en el Muséum national d'Histoire Naturelle, París (1999), y en el Museum für Naturkunde, Berlín (2001-2003). Fue investigador del ARC en la Escuela de Investigación de Ciencias de la Tierra de la ANU 2007-2010. Mas recientemente, Gavin Young trabajo en el Departamento de Matemáticas Aplicadas de la ANU, Escuela de Investigación de Física, donde se utilizan instalaciones de escaneo XCT de alta resolución e impresión 3D para analizar la morfología interna de la caja del cerebro de los vertebrados fósiles australianos. Actualmente el Dr. Young se encuentra disfrutando su jubilación.

El potencial económico del Bloque de Yucatán en México, Guatemala y Belice

Joshua H. Rosenfeld

Geólogo Independiente
Granbury, Texas, EE.UU
jhrosenfeld@gmail.com

Resumen

El Bloque de Yucatán es una microplaca continental que cubre 450,000 km² en el sur de México, el norte de Guatemala y el norte de Belice. Su zócalo cristalino está cubierto por una plataforma evaporítica/carbonatada de hasta seis km de espesor depositada desde el Jurásico Tardío hasta el Reciente. El margen sur del bloque se suturó contra la microplaca Chortis en el Cretácico Tardío y siguió siendo afectado por movimientos relativos sinestrales desde el Mioceno hasta el Reciente. El margen oriental de Yucatán se modificó en el Paleoceno por el movimiento transcurrente del Arco Cubano hacia el norte.

Ha habido muy poca sedimentación terrígena en Yucatán desde el Jurásico Medio por la falta de relieve local y el aislamiento de terrenos levantados desde la separación de América del Norte y Suramérica. Haciendo referencia a la geología económica, hay acumulaciones grandes de hidrocarburos al occidente del Bloque de Yucatán en las Tendencias Reforma y Campeche, y en la Cuenca de Macuspana. Se ha encontrado petróleo también al sur-occidente en la Faja Plegada de Chiapas y Guatemala (Sierra de Chiapas). Sin embargo, hasta la fecha se ha descubierto solamente un yacimiento comercial de aceite en el Bloque de Yucatán (el Campo Xan de Guatemala). La exploración para recursos metálicos se ha limitado a una pequeña área del zócalo cristalino expuesto en las Montañas Mayas de Belice.

A pesar del modesto éxito económico logrado hasta la fecha, es la opinión del autor que el potencial del Bloque de Yucatán no debe ser menospreciado porque los esfuerzos exploratorios han sido esporádicos y sin la tecnología idónea. Hay una clara necesidad de adquirir nuevos estudios de sísmica regional de alta calidad para revelar la configuración estructural y la arquitectura sedimentaria del bloque. Entre los numerosos factores geológicos que aun no han sido entendidos se mencionan los siguientes:

- 1) la geometría de las estructuras de *rift* (pilares y fosas) del Triásico-Jurásico.
- 2) la presencia y las geometrías de las cuencas de plataforma interna, con sus probables rocas generadoras y crecimientos calcáreos.
- 3) el paleoflujo de calor que afectaba la maduración orgánica.
- 4) los efectos adentro del bloque de la tectónica en sus márgenes, *e.g.*, basculamiento, compresión, movimientos transcurrentes y movimientos en masa.
- 5) los efectos del impacto meteorítico "Chicxulub" del límite Cretácico-Terciario.

Palabras Clave: *Yucatán, Chicxulub, Xan, Petróleo*

Abstract

The Yucatan Block is a rifted continental microplate covering 450,000 km² of southern Mexico, northern Guatemala and Belize. The crystalline basement is mantled by a Late Jurassic through Recent carbonate/evaporite platform up to six km thick. The southern margin of the block was affected by Late Cretaceous suturing to the Chortis microplate followed by Miocene to Recent strike slip faulting. Its eastern margin was modified by Paleogene strike-slip against the Cuban Arc Terrane. The Yucatan Block has received very little terrigenous sedimentation since it was isolated from nearby landmasses by the Jurassic separation of North and South America.