



**INFORME DE CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN “COLECCIÓN DE LA
UNIVERSIDAD DE SANTANDER - UDES” COMO PATRIMONIO GEOLÓGICO Y
PALEONTOLÓGICO**

Bogotá, Junio de 2021



**El futuro
es de todos**

Minenergía

Informe de caracterización y valoración “Colección Universidad de Santander -UDES-” como patrimonio geológico y paleontológico

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO ©

Oscar Paredes Zapata

Director General

Mario Andrés Cuellar Cárdenas

Director Técnico de Geociencias Básicas

Marcela Gómez Pérez

Coordinadora Grupo Museo Geológico e Investigaciones Asociadas

AUTOR

León Felipe Chaparro Vargas

Grupo de trabajo Museo Geológico e Investigaciones Asociadas

Citación: Chaparro-Vargas, L., Martínez Matiz D., Gómez-Pérez M., (2021). *Informe de caracterización y valoración de la colección Arturo Acevedo como patrimonio geológico y paleontológico*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

CONTENIDO

1.	IDENTIFICACIÓN	4
2.	DESCRIPCIÓN	6
3.	RESEÑA HISTÓRICA Y USO	7
4.	METODOLOGÍA EMPLEADA	
5.	VALORACIÓN	8
5.	CONDICIONES DE CONSERVACIÓN	9

1. IDENTIFICACIÓN DE LA COLECCIÓN

a) **Nombre entidad:** Universidad de Santander – UDES

b) **Nombre colección:** Colección universitaria.

c) **Ubicación:** Las piezas se encuentran alojadas en el límite oriental de Bucaramanga, Santander, en la Comuna 16 Lagos del Cacique, en la sede principal de la Universidad de Santander -UDES- “Campus Lagos del Cacique”, Calle 70 N°55-210, en el sótano del edificio Carare o edificio del Parquero.

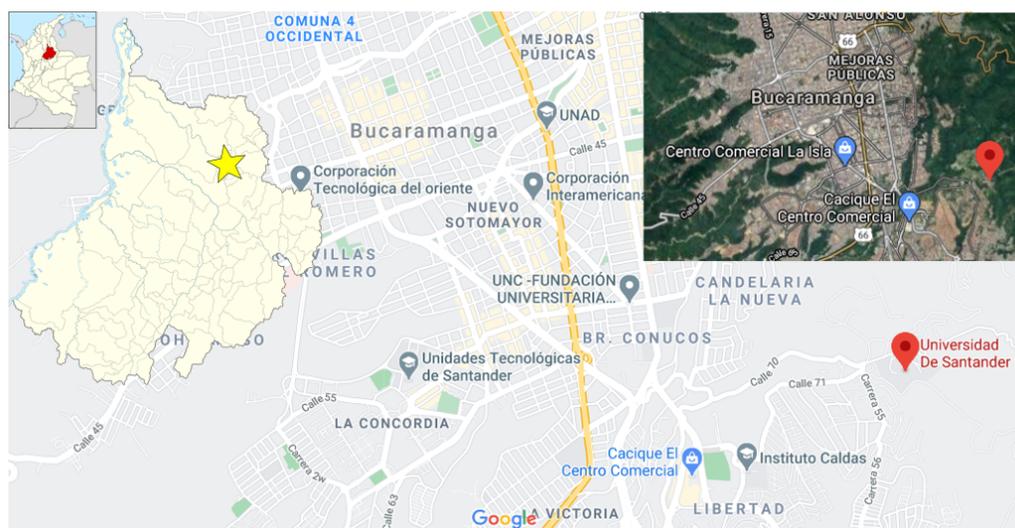


Figura 1. Ubicación de la sede principal de la Universidad de Santander -UDES-, campus Lagos del Cacique, en Bucaramanga, Santander, ubicada a 17 minutos en carro desde el Parque Centenario en el centro de la ciudad.

- d) **Fecha de creación de la colección:** Las primeras piezas de la colección fueron colectadas en primer semestre de 2018, con la intención de conformar una colección paleontológica como material de uso pedagógico – práctico para las materias y aulas relacionadas particularmente con el programa de Geología de la Universidad de Santander, un programa de creación reciente (Resolución No. 19818 del 18 de octubre de 2016) en el contexto de los programas ofrecidos por la universidad.
- e) **Categorías y número de piezas de la colección:** La colección contiene 27 especímenes, la mayoría de ellos paleontológicos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA COLECCIÓN UNIVERSIDAD DE SANTANDER – UDES -

La colección Paleontológica de la Universidad de Santander -UDES- está conformada por 27 piezas de material paleontológico y petrográfico. Esta colección es el resultado de las labores de docencia del profesor Javier H. Jerez-Jaimes adscrito entonces al programa de Geología de la Universidad, quien en el transcurso de las salidas de campo de los cursos *Biología para Geología* del primer semestre de 2018, y *Paleontología general* del segundo semestre de 2019, colectó junto con sus alumnos algunas piezas fósiles en localidades cercanas a los municipios de Zapatoca y San Andrés, en el departamento de Santander. En la colección hay además dos fósiles de Samacá, Boyacá.

1. El objetivo principal de esta colección es servir como soporte pedagógico en las labores de enseñanza del programa de Geología, pero también se articula con otras actividades de la UDES, como la apropiación y divulgación del patrimonio regional a través de la exhibición del material consignado en sus colecciones, en predios de la universidad. Las piezas tiene buena conservación y la colección agrupa diversos linajes biológicos particularmente del cretácico marino colombiano, aunque con bajo muestreo de cada uno. De tal manera la colección es variada y representa diversos grupos de organismos, aunque no es numerosa.

A continuación, se efectúa una descripción del material consignado en la colección, según localidad y Formación. Las piezas recolectadas y reportadas para la colección paleontológica en la ficha de registro INGEP diligenciada por los responsables de la colección con el objetivo de registrar la misma en el marco del acuerdo 1353 de 2018 ante el Servicio Geológico Colombiano, no han sido reportadas en la literatura académica. Sin embargo algunas de las especies referidas en la colección ya han sido estudiadas previamente en la región (e.g. Cruz-Guevara et al., 2001, 2000; Cruz Guevara et al., 2011; Rojas-briceño & Patarroyo, 2009).

2.1. Elementos Paleontológicos

Piezas del Cretácico

El Cretácico es el último de los tres períodos que conforman la era Mesozoica y cuyo límite inferior está marcado por el evento de extinción del Cretácico-Paleógeno, el K-T, responsable del fin de diversos linajes de organismos tales como dinosaurios, amonitas y

pterosaurios, entre muchos otros (Ogg et al., 2016). Durante ese tiempo Colombia se encontraba parcialmente sumergida por un mar epicontinental que ocupó parte del territorio nacional y que dejó abundante registro geológico y paleontológico en la cordillera oriental, el valle del Río Magdalena, y los Llanos Orientales (Etayo-Serna, 1976; Guerrero et al., 2000). La evidencia paleontológica recopilada a lo largo de más de dos siglos de investigaciones en el territorio nacional evidencia la existencia de una enorme biodiversidad paleontológica con diversas configuraciones de composición ecológica a lo largo de ese tiempo geológico, representada por una rica sucesión de faunas compuestas de diferentes tipos de organismos.

De tal forma, el Cretácico marino colombiano se configura como uno de los periodos más representativos y mejor estudiados de la historia natural colombiana, cuya investigación ha contribuido notablemente a una mejor comprensión del entorno geológico y geográfico nacional, fomentando la exploración y demarcación de recursos naturales, y favoreciendo la apropiación social del conocimiento geológico y paleontológico mediante el estímulo de actividades económicas particularmente relacionadas con el turismo y los fósiles. La extensión e importancia del estudio del Cretácico Colombiano se hace evidente en la copiosa relación de una abundante producción de literatura científica en la que destaca el registro y estudio de diversos linajes de organismos, como **amonitas** (por ejemplo Bogdanova & Hoedemaeker, 2004; Bürgl, 1957, 1960; Etayo-Serna, 1964, 1967, 1979, 1985; Etayo-Serna et al., 1985), **bivalvos** (por ejemplo Acosta, 1960; Buch, 1939; Bürgl, 1954, 1955, 1960; D’Orbigny & Boussingault, 1842; Etayo-Serna, 1967, 1985; Etayo-Serna et al., 1985, 2003; Gutiérrez, 1971; Guzman, 1985; Karsten, 1858; Lea, 1841; Patarroyo & Götz, 2020; Piraquive et al., 2011; Villamil, 1992), **gasterópodos** (por ejemplo Agassiz, 1840; Etayo-Serna, 1985; Jaworski, 1938), **crustáceos** (por ejemplo Bermúdez et al., 2013; Feldmann et al., 1999; Gómez-Cruz et al., 2015; González-León et al., 2016; Luque, 2014, 2015; Luque et al., 2012, 2019, 2020; Rathbun, 1937; Vega et al., 2008), **equinoideos** (e.g. Cruz-Guevara et al., 2001, 2000; D’Orbigny & Boussingault, 1842; Etayo-Serna, 1964, 1985b; Fabre, 1981a, 1986; Guzman, 1985; Jerez-jaimés et al., 2015; Lea, 1841; Ludwig, 1925; Patarroyo, 2002; Rueda, 1982), **foraminíferos** (por ejemplo Blau et al., 1992; Cruz Guevara et al., 2011; Martínez R., 1989, 2003; Patarroyo Camargo et al., 2009, 2019; Patarroyo, 2009; Petters, 1955; Renne et al., 2018; Vergara S., 1997), **plesiosaurios** (por ejemplo Acosta et al., 1979; Gómez-Pérez & Noè, 2009, 2017; Goñi & Gasparini, 1983; Hampe, 2005; Jerez-jaimés & Narváez Parra, 2001; Noè et al., 2006; Noè & Gómez-Pérez, 2020; Páramo-Fonseca et al., 2019; Páramo-Fonseca, 2015; Páramo-Fonseca et al., 2018), **ictiosaurios** (por ejemplo Camacho & de Porta, 1963; Cortés & Páramo-Fonseca, 2018; Daniel Eduardo Pomar-Barón, 2017; Maxwell et al., 2016, 2019; María Eurídice Páramo-Fonseca, 1997), **mosasaurios** (por ejemplo Correa, 2016; María Eurídice Páramo-Fonseca, 1997, 2000, 2012), **tortugas** (por ejemplo Cadena, 2009, 2011b; Cadena et al., 2013, 2019; Cadena, 2011a, 2014, 2015, 2020; Cadena et al., 2007, 2010; Cadena & Gaffney, 2005; Cadena & Parham, 2015), **peces** (por ejemplo Alfonso-Rojas & Cadena,

2020; Álvarez-León et al., 2013; Brito & Janvier, 2002; Carrillo-Briceño et al., 2016, 2019; Niño-garcía et al., 2019; María E. Páramo-Fonseca, 1997; María Eurídice Páramo-Fonseca, 1997; María Eurídice Páramo-Fonseca, 2001; Porta, 2011; Reinhart, 1951; Santos & Oliveira, 1994; Schultze & Stöhr, 1996; Vernygora et al., 2018), **pterosaurios** (Cadena et al., 2020), **dinosaurios** (Carballido et al., 2015; Ezcurra, 2009), **ostrácodos** (Patarroyo Camargo et al., 2019), **crocodilomorfos** (Cortés et al., 2019), **briozoos** (Jerez-jaimés et al., 2013), **braquiópodos** (Rojas-briceño & Patarroyo, 2009), **insectos** (Gómez-Cruz et al., 2011), **plantas** (por ejemplo Bürgl, 1957; E. Correa et al., 2010; De La Parra, 2009; Dorado, 1990; Hengreen & Duenas Jimenez, 1990; Huertas, 1967, 1970, 1976; Martínez et al., 2015; Pons, 1988; van Waveren et al., 2002), e incluso, **icnología de invertebrados** (por ejemplo (Cruz-Guevara et al., 2001; Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020; Hasiotis & Villamil, 1993) y de **vertebrados** - para el caso, dinosaurios - (M. Moreno-Sánchez et al., 2011; Noè et al., 2020), todos en el contexto de una serie de rocas con diferentes tipos de características faciales y de estructuras sedimentarias que relatan procesos de avance y retroceso de ese mar (Etayo-Serna, 1976; Guerrero et al., 2000).

Esta riqueza geológica y paleontológica del Cretácico marino colombiano está distribuida a lo largo de diversas localidades del territorio nacional (ver por ejemplo (Acosta, 1960; Álvarez-León et al., 2013; Bürgl, 1955; Etayo-Serna, 1964b, 1985a; M. Moreno-Sánchez et al., 2011; Noè & Gómez-Pérez, 2020; María Eurídice Páramo-Fonseca, 1997, 2015) pero son particularmente celebres los yacimientos asociados al Alto Ricaurte en Boyacá, donde la abundancia de esos fósiles ha generado un impacto en la comunidad local, particularmente, en el contexto de la apropiación regional del patrimonio paleontológico, lo que ha generado un valor y un sentido de pertenencia en la geografía e historia natural de la región que ha beneficiado las dinámicas sociales y económicas de la misma. Además, al constituir una de las áreas mejor estudiadas de la paleontología y la geología nacionales, el estudio del cretácico colombiano es ejemplar en tópicos de las geociencias y disciplinas afines y por lo tanto, parte esencial de los mecanismo pedagógicos propios para el aprendizaje de esa disciplina en territorio nacional.

La mayoría de los especímenes de la colección paleontológica UDES proceden de unidades geológicas de edad Cretácica particularmente del Hauteriviano-Valanginiano de la Formación Rosablanca en Zapatoca y del Aptiano-Albiano de la Formación Tibu-Mercedes en San Andrés (Santander), con aporte de dos especímenes del Maasrichtiano de la Formación Los Pinos en Samacá, Boyacá, de acuerdo con el reporte del profesor Javier Hernando Jerez-Jaimés (Jerez-jaimés & Narváez-Parra, 2020), quien destaca como autor de algunos importantes trabajos sobre fósiles en la región (e.g (Cruz-Guevara et al., 2001; Jerez-jaimés et al., 2012, 2013, 2015). La colección es variada en el tipo de organismos colectados, y ejemplifica en una escala reducida la diversidad paleobiológica registrada en las Formaciones registradas en esa colección. El material referido contiene desde pseudofósiles - útiles en prácticas de laboratorio orientadas a la clasificación e

identificación de fósiles y de su diferenciación de estructuras geológicas morfológicamente sugestivas pero que no son de naturaleza paleontológica-, hasta grupos como foraminíferos, equinodermos, poliquetos, braquiópodos, bivalvos, gasterópodos, amonitas, crustáceos, y plesiosaurios. Los más representativos en esta sección son los moluscos, con 3 gasterópodos, 2 amonitas, y 10 bivalvos, siendo estos últimos el grupo más numerosos. La mayoría de los fósiles aquí asociados proceden de la Formación Rosablanca en los alrededores de Zapatoca, una localidad reconocida en el ámbito académico por sus hallazgos paleontológicos (e.g. (Alfonso-Rojas & Cadena, 2020; Cadena, 2011a, 2020; Cadena et al., 2020; Carrillo-Briceño et al., 2016; Jerez-jaimés et al., 2015). A continuación se realizará la descripción del material paleontológico que conforma la colección según localidad y Formación.

Zapatoca / Santander

Formación Rosablanca

Edad: Valanginiano - Hautervianiano

La Formación Rosa Blanca (Wheeler, 1929) aflora particularmente en la Cordillera Oriental y parte del Valle del Magdalena, en diversas localidades del altiplano Cundiboyasense y Santander, y está conformada por una serie de calizas, dolomitas, y shales (Barrero et al., 2007; Hubach, 1957; Julivert, 1968; Zamarreño de Julivert, 1963) que exhiben patrones de cambios faciales a través de la sucesión, por lo que ha sido subdividida en Miembros que reflejan esas variaciones (Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020; G. Moreno-Sánchez, 2020). En la región de Zapatoca su límite inferior está en contacto transicional con la Formación Cumbre (Patarroyo & Moreno Murillo, 1997), mientras el techo se encuentra por debajo de los mudstones calcáreos de la Formación Paja (Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020). Estas rocas son conocidas por su registro paleontológico, que abarca amonitas, bivalvos, gasterópodos, equinoideos, crustáceos, braquiópodos, tortugas, peces, plesiosaurios, pterosaurios, e icnología de invertebrados (Alfonso-Rojas & Cadena, 2020; Cadena, 2011a, 2020; Cadena et al., 2020; Carrillo-Briceño et al., 2016; Cruz-Guevara et al., 2000; Cruz Guevara et al., 2011; Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020; Gómez-Cruz et al., 2015; Jerez-jaimés et al., 2013; Rojas-briceño & Patarroyo, 2009). Su edad se ha establecido particularmente con base en las amonitas, en un rango Valanginiano – Hauteriviano ((Gómez-Cruz et al., 2015; Guzman, 1985; L. G. Morales, 1958; Rojas-briceño & Patarroyo, 2009)Gómez-Cruz et al., 2015; Guzman, 1985; L. G. Morales, 1958; Rojas-briceño & Patarroyo, 2009). La sección tipo de la Formación Rosa Blanca fue inundada por el proyecto Hidroeléctrico del río Sogamoso, por lo que se propuso un neoestratotipo en una sección de la quebrada Lagunetas (La Hondura), en proximidad al Municipio de Zapatoca (Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020).

A seguir se describirán sucintamente los fósiles referenciados en la colección asociados a esa localidad y Formación.

Anélidos (Phylum: Annelida LAMARCK 1809). Especie referida en la colección: *Glomerula serpentina* (UDESPAL002) (Figura 2A).

Anélidos poliquetos miembros de la familia Sabellidae, con el género *Glomerula* distinguiendo por la construcción de un tubo calcáreo característico que puede preservarse en el registro fósil (M. Jäger, 2012; Vinn et al., 2008), rasgo que comparte con otros anélidos similares, como los miembros de la familia Serpulidae (Seilacher et al., 2008). La especie no ha sido reportado para Colombia, pero ha sido reportada para localidades como el Maastrichtiano de Países Bajos y Bélgica (M. Jäger, 2012; Manfred Jäger, 2004), el Cretácico Temprano de Argentina (Luci et al., 2013), y el Cretácico Tardío de Inglaterra (Seilacher et al., 2008). La distribución temporal de la familia, sin embargo, comprende el Jurásico temprano hasta el reciente (Perkins, 1991). Dada su restricción en movilidad son altamente sensibles al medio, y por ello son considerados buenos indicadores en el estudio de las condiciones ambientales del fondo marino que habitaban (Seilacher et al., 2008). En Colombia se han reportado tubos calcáreos asociados a anélidos, llamados comúnmente en la literatura “Serpulidos”, sin más detalle (por ejemplo (P. Correa, 2016; Espinel Arias & Hurtado Henao, 2010; Etayo-Serna, 1967; Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020; Jerez-jaimés et al., 2015; Patarroyo, 2002; Patarroyo & Moreno Murillo, 1997; Vega et al., 2008).

Braquiópodos (Phylum: Brachiopoda). Especie referida en la colección *Sellithyris sella* (UDESPAL025) (Figura 2B)

Linaje de invertebrados marinos bilaterales lofoforados, que exhiben una morfología de dos valvas inequilaterales y que pueden ser bentónicos, viviendo aferrados a sustratos duros a través de su pedúnculo, o endobentónicos, viviendo al interior de sustratos blandos, experimentando por lo tanto hábitos de movilidad restringidos que los hace sensibles a las variaciones de las condiciones locales, lo que los convierte en buenos indicadores ambientales (Brusca & Brusca, 2007). Su registro se extiende desde el Cámbrico inferior (Ushatinskaya, 2008) hasta la actualidad (Brusca & Brusca, 2007). En Colombia han sido registrados profusamente para el Devónico de Floresta (Barrett, 1986, 1988; Caster, 1939; P. A. Morales, 1965; Morzadec et al., 2015; Royo y Gomez, 1942). La especie adscrita a la colección de la UDES ha sido ya ha sido descrita para la Formación Rosa Blanca (Rojas-briceño & Patarroyo, 2009).

Bivalvos (Phylum: Mollusca, Clase: Bivalvia). Linajes relacionados en la colección: *Pterotrigonía* sp. (UDESPAL003); *Trigonía* sp. (UDESPAL013); *Exogyra* sp. (UDESPAL005);

Cucullae gabrielis (UDESPAL012); *Corbula* sp. (UDESPAL009); *Exogyra (Aetostreon) couloni* (UDESPAL011); *Amphidonte (Ceratoestreon) boussingaulti* (UDESPAL006) (Figura 2C-I)

Moluscos cuyo caparazón calcáreo está compuesto por dos valvas generalmente simétricas y que están articuladas a partir de un sistema para abrir y cerrar impulsado por los músculos aductores, que ejercen un pivote en el área de contacto entre ambas gracias a un ligamento que las mantiene acopladas (Benton & Harper, 2009; R C Moore, 1970). Son habitantes de ambientes marinos y fluviales con hábitos bentónicos, infaunales o perforadores, siendo moradores de sustratos blandos o duros, con un régimen de alimentación de carácter suspensívoro y con movilidad restringida particularmente durante su fase adulta, siendo sensibles a condiciones locales de oxigenación, turbidez, o flujo de nutrientes, por lo que son considerados importantes indicadores ambientales (Harper et al., 2000; Jain, 2017; R C Moore, 1970).

Los linajes de bivalvos representados en la colección de la Udes han sido registrados en diversas localidades del cretácico Inferior Colombiano (Acosta, 1960; Bürgl, 1954, 1955; Etayo-Serna, 1967, 1985b; Patarroyo & Götz, 2020; Ulloa et al., 2000a; Valencia-Giraldo et al., 2016), con algunos de los mismos exhibiendo un patrón de distribución regional durante el Cretácico Temprano abarcando el área andina y el caribe (e.g. (Cox, 1954; Haeghebaert, 2015; Jaillard, 1997; Osten, 1957), lo que les confiere importancia en el estudio de patrones paleobiogeográficos. Para la Formación Rosa Blanca hay registro en la literatura científica de *Ceratostreon boussingaultii*, *Cucullaea (Noramya) gabrielis*, *Trigonia*, *Aetostreon couloni*, entre otros (Bürgl, 1954; Etayo-Serna, 1964a, 1967; Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020; Guzman, 1985; Jerez-jaimés et al., 2015). *Corbula* sp. no aparece referido a la Formación Rosa Blanca en la literatura, por lo que este podría ser el primer registro de ese género para esa Formación.

Gastrópoda (Phylum: Mollusca, Clase: Gastropoda) *Ampulla* sp. (UDESPAL004) , fam et gen et sp. indet. (UDESPAL010) (Figura 3A-B).

Los gastrópodos o gasterópodos son moluscos de concha con cámara única que pueden habitar el mar, ambientes fluviales, y ambientes terrestres (Benton & Harper, 2009), con hábitos endobentónicos o bentónicos, manifestando tendencias de régimen alimenticio particularmente herbívoras, detritívoras, o predatorias (Willows, 1973). En Colombia se han registrado diversos linajes en diversos lapsos del tiempo geológico y para diferentes paleoambientes (e.g. (Botero Arango & González, 1983; Bürgl, 1960; Correal Urrego, 1990; Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020; Fabre, 1981a; Fabre et al., 1985; Jaworski, 1938; Luque, 2014; Mendoza Vargas & Quiazua Torres, 1990; G. Moreno-Sánchez, 2020; Notestein et al., 1944; Royo y Gómez, 1945; Valencia-Giraldo et al., 2016). El gasterópodo identificado ya ha sido registrado anteriormente para la Fm. Rosablanca (Jerez-jaimés et al., 2015).

Amonitas (Phylum: Mollusca, Clase: Cephalopoda, Orden: Ammonitida). Fam et gen et esp. Indet. (UDES PAL015) (Figura 3D)

Grupo de invertebrados extinto, cuyos miembros se caracterizaron por habitar diversos ambientes marinos desde el Devónico hasta el final del Cretácico (Ogg et al., 2016). Eran moluscos cefalópodos, parientes de pulpos, calamares, sepias, y nautiloideos, con tentáculos alrededor de la boca y conchas de diversos tamaños, formas, y tipos de ornamentación y de enrollamiento, con cámaras segmentadas rellenas de gases que les

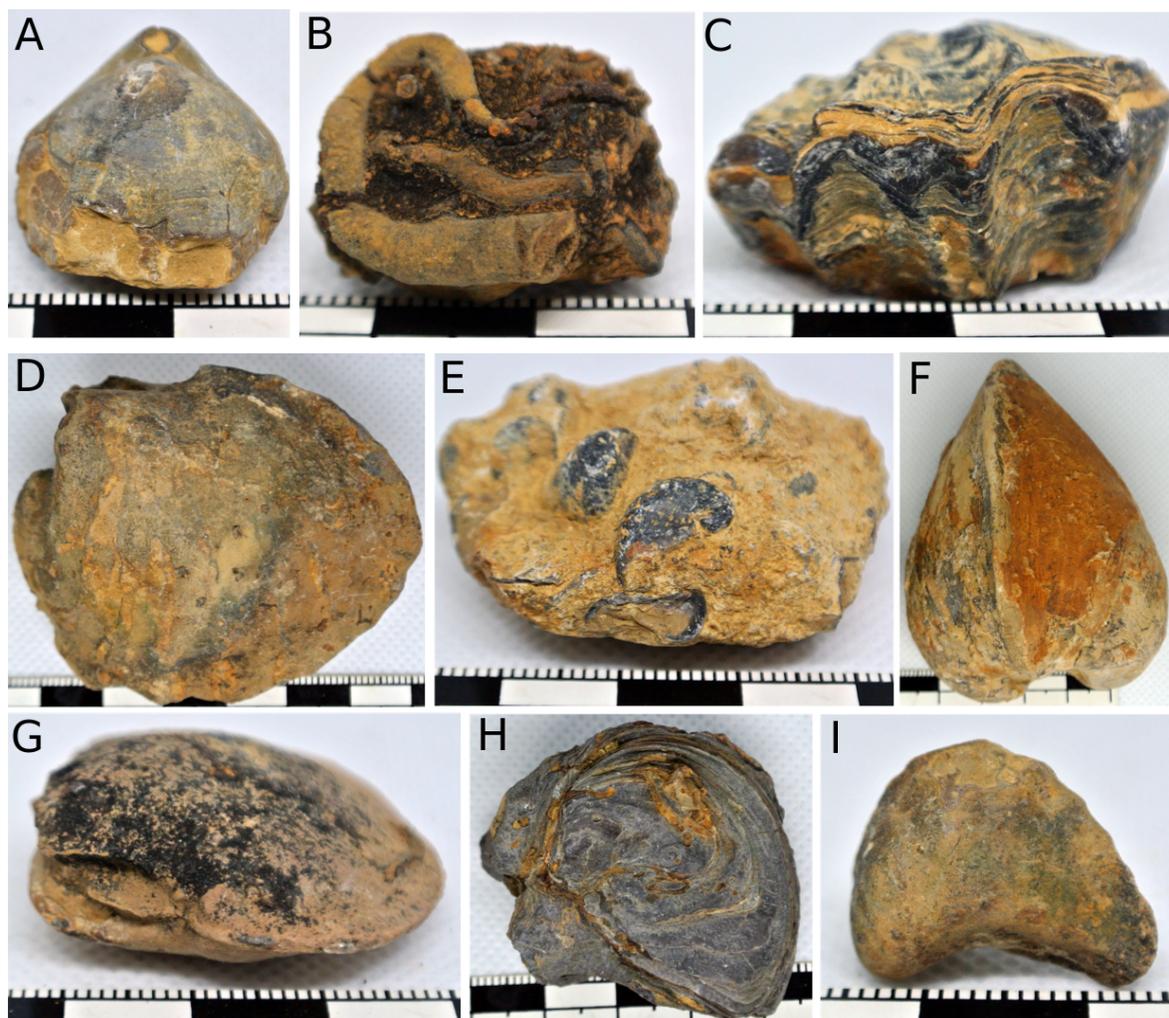


Figura 2: **Braquiópodos**. A. *Sellithyris sella* (UDES PAL023); **Anélidos**. B. *Glomerula serpentina* (UDES PAL002); **Bivalvos**. C. *Pterotrignonia* sp. (UDES PAL003); D. *Trignonia* sp. (UDES PAL013); E. *Exogyra* sp. (UDES PAL005); F. *Cucullae gabrielis* (UDES PAL012); G. *Corbula* sp. (UDES PAL009); H. *Exogyra (Aetostreon) couloni* (UDES PAL011); I. *Amphidonte (Ceratoestreon) boussingaulti* (UDES PAL006).

otorgaba propiedades de flotabilidad, confiriéndoles mejor capacidad de desplazamiento y maniobrabilidad en el agua (Hoffmann et al., 2015; Klug & Lehmann, 2015; Naglik et al., 2015). Se considera que su estudio es muy importante en el contexto bioestratigráfico y paleobiogeográfico, dado que su rápida evolución restringe los diversos linajes a determinados intervalos temporales y a determinadas provincias faunísticas (Monnet et al., 2015; Ogg et al., 2016). En Colombia, tal y como se ha señalado con anterioridad, las amonitas han sido prolijamente descritas y estudiadas, con diversos reportes de las mismas correspondiendo para la Formación Rosa Blanca (e.g. (Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020; Gómez-Cruz et al., 2015; Olsson, 1956; Petters, 1955).

Equinodermos (Phylum: Echinodermata) Especies referidas en la colección: *Toxaster colombianus* (UDES PAL001), *Diplopodia texana* (UDES PAL007) (Figura 3E-F)

Los equinodermos son animales de exoesqueleto rígido calcáreo, habitantes de ambientes marinos, de hábitos bentónicos, y con una simetría secundaria de orden pentaradial, con un registro que se extiende desde el Cámbrico hasta el reciente (Brusca & Brusca, 2007; Hickman et al., 2006). Se han reportado fósiles de estos deuterostomos en la literatura científica colombiana, particularmente para el cretácico (e.g. D’Orbigny & Boussingault, 1842; Patarroyo, 2002; Rueda, 1982; Valencia-Giraldo et al., 2016), con algunos referidos para la Formación Rosa Blanca, particularmente *Toxaster colombianus*, *Toxaster roulini*, *Pseudocidaris* sp., y *Diplopodia* sp. (Cruz-Guevara et al., 2001, 2000; Etayo-Serna, 1964a; Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020; Guzman, 1985; Lea, 1841). *Diplopodia texana* cuenta con registro para el Cretácico de México (Cooke, 1946; Nieto-López & García-Barrera, 2006) y de Estados Unidos (Cooke, 1946), en cuanto *Toxaster roulini* Agassiz es considerada una designación inválida de *T. colombianus* Lea por algunos autores, y ha sido registrado también para el Cretácico de Estados Unidos (Néraudeau & Mathey, 2000). Esta distribución regional sugiere que el estudio de estos equinodermos es relevante en términos paleobiogeográficos.

Pliosaurios (Phylum: Chordata, Orden: Plesiosauria) Familia Pliosauridae gen et esp. Indet. (UDES PAL008) (Figura 3C)

El orden Plesiosauria es un grupo extinto de saurópsidos adaptados a la vida acuática predominantes en los océanos del mesozoico con sus cuatro extremidades conformando pares de aletas pectorales y pélvicas, de cola relativamente pequeña, y caracterizados por exhibir un rango morfológico que se extiende desde un cuello largo con cabeza pequeña (“plesiosauriomorfos”), hasta un cuello corto con la cabeza y la mandíbula grandes (“pliosauriomorfos”), con especímenes y grupos de morfologías intermedias (Benson et al., 2012; Ketchum & Benson, 2010; O’Keefe, 2002; Richard Ellis, 2004; Vega et al., 2010). Se considera que la mayoría eran predadores (Cicimurri & Everhart, 2001; Massare, 1987,

1997; O’Keefe & Carrano, 2005; Sato & Tanabe, 1998; Wintrich et al., 2019), aunque hay indicios de algunos grupos y parientes cercanos con hábitos alimenticios relacionados a la filtración (Brown & Cruickshank, 1994; O’Keefe et al., 2017). Este grupo cuenta con un buen registro para el Cretácico en Colombia, importante en la comprensión particularmente para el Barremiano – Aptiano de la celebre Formación Paja (e.g. Botero-Restrepo, 1952; Welles, 1962; Carpenter 1999; Gómez-Pérez & Noè, 2017; Hampe, 2005; Jerez Jaimes & Narváez Parra, 2001; Noè & Gómez-Pérez, 2020; Páramo-Fonseca et al., 2016, 2018). El registro de los plesiosaurios en la Formación Rosa Blanca, sin embargo, se restringe a restos de vértebras desarticuladas (Guzman, 1985; María Eurídice Páramo-Fonseca, 2015). El material consignado en la colección paleontológica de la UDES, referente a un espécimen de pliosaurio (*sensu lato*) es sugestivo en cuanto al potencial del material, y en ese sentido, constituye un incentivo para la exploración.



Figura 3: **Gasterópoda**. A. fam et gen et sp. indet. (UDES PAL010); B. *Ampulla* sp. (UDES PAL004); **Pliosaurios**. C. Familia Pliosauridae gen et esp. Indet. (UDES PAL016); **Amonitas**. D. Ammonitida, Fam et gen et esp. Indet. (UDES PAL015); **Equinodermos**. E. *Toxaster colombianus* (UDES PAL001); F. *Diplopodia texana* (UDES PAL007); **Bivalvos**. G. Pectenidae gen et esp. Indet. (UDES PAL017); H. Gryphaeidae gen et esp. Indet. (UDES PAL018); I. *Exogyra boussingaulti* (UDES PAL020).

San Andrés / Santander

Formación Tibu-Mercedes

Edad: Aptiano superior – Albiano inferior

Este conjunto de rocas se definió inicialmente como los Miembros Tibu y Mercedes de la Formación Uribante por (Notestein et al., 1944) para el área de la concesión Barco, siendo posteriormente agrupados por sus características cartográficas y litológicas por Vargas et al., (1976) y Ward et al., (1973), y finalmente fueron formalmente asignadas a la categoría de Formación por Fabré (1981) (sensu Caballero & Sierra, 1991). Las rocas que la conforman, aflorantes en los departamentos de Santander y Boyacá, son el resultado de sedimentación en cuenca marina de plataforma intermedia a proximal de salinidad normal y relativamente calientes, consistente en calizas arenosas fosilíferas predominantes hacia el tope y la base, con un segmento intermedio constituido principalmente de lodolitas y areniscas, con lamelibranquios, gasterópodos, amonitas, nautilus, equinodermos, algas, y serpulas (Caballero & Sierra, 1991; Fabre et al., 1985; Rodríguez Parra & Solano Silva, 2000).

Bivalvos (Phylum: Mollusca, Clase: Bivalvia). Pectenidae gen et esp. Indet. (UDES PAL017); Gryphaeidae gen et esp. Indet. (UDES PAL018); *Exogyra boussingaulti* (UDES PAL020); (Figura 3G-I)

(Acosta, 1960) describió para las inmediaciones de San Andrés *Exogyra boussingaulti*, tomada por (Caballero & Sierra, 1991) erróneamente como *Exogyra squamata sensu Jerez-jaimés y otros (2020)*. En este trabajo se plantea un modelo metodológico para estudiar la distribución espacial de los fósiles de *E. boussingaulti*, permitiendo construir una hipótesis al rededor de la edificación de parches poblacionales no contagiosos ni continuos de estos moluscos. Los demás bivalvos registrados en la colección paleontológica de la UDES para la Formación Tibu-Mercedes, junto con otros reportes de bivalvos no identificados, constituyen una sugestiva señal de abundancia.

Samacá / Boyacá

Formación Los Pinos

Edad: Campaniano – Maastrichtiano inferior

Definida en principio como “Miembro Los Pinos” por Ulloa y Rodríguez (1979) para las planchas 170 Velez y 190 Chiquinquirá (*sensu* (Ulloa et al., 2001), y correlacionada por Fabre (1986) y Etayo-Serna (1985b) con lo que denominaron informalmente para el área del Cocuy como la Formación Los Pinos, ese criterio ha sido redefinido por diversos investigadores “para denominar como Formación Los Pinos a una unidad de similares características ubicada entre las Formaciones Plaeners y Labor-Tierna” (Velandia, 2003; p. 8). Esta unidad está integrada fundamentalmente por limolitas negras a verdes y lutitas negras intercaladas con areniscas centimétricas (Ulloa y Rodríguez, 1979) que pueden presentar estratificación ondulada paralela y bioturbación (Cruz Guevara et al., 2011). Según estos autores, apoyados en Fabre (1986), la fauna y los biostromas registrados implican un ambiente de aguas poco profundas de un ambiente marino de plataforma. Esta Formación puede ser correlacionable con la parte inferior de la Formación Colón - Mito San Juan (Fabre et al., 1985), y con el nivel de lutitas y areniscas finas de Julivert (1962), *sensu* (Ulloa et al., 2001).

Foraminíferos (Phylum: foraminífera). *Orthokarstenia ewaldi* (UDESPAL026) (Figura 4C)

Con una distribución moderna global, de polo a polo, de las fosas abisales a la superficie del mar, y con un registro que se extiende desde el Precámbrico hasta el reciente, los foraminíferos son organismos unicelulares usualmente milimétricos y principalmente marinos caracterizados por la construcción de un exoesqueleto calcáreo o concha de una o más cámaras -lo que favorece su preservación en el registro paleontológico-, y que manifiestan una rápida evolución de sus linajes, exhibiendo una multitud de formas restringidas y asociadas a intervalos temporales bien definidos, lo que ha motivado su uso como indicadores geocronológicos (Armstrong & Brasier, 2005; Boersma, 1998; Boudaguer-Fadel, 2018). Pueden ser planctónicos o bentónicos, y son sensibles a las condiciones ambientales, lo que los convierte en una excelente herramienta para evaluar el ambiente / paleoambiente que habitan / habitaban (Boudaguer-Fadel, 2018; Jones, 2013; Murray, 2006).

En Colombia el grupo ha sido estudiado prolíficamente, desde el paleozoico (e.g. M. Moreno-Sánchez et al., 2020), el cretácico (e.g. Etayo-Serna & Guzmán-Ospitia, 2020; Karsten, 1858; Patarroyo, 2009; Petters, 1955), y el cenozoico (e.g. Anderson, 1928; Boonstra et al., 2015; Duque-Herrera et al., 2018; Duque Caro, 1975), siendo usados principalmente como indicadores ambientales - particularmente para aquellos bentónicos -, y como método de datación. El género *Orthokarstenia* es considerado un importante marcador para edades del cretácico superior, común en el Turoniano – Maastrichtiano de Norte América, Sur América y África (Ogg et al., 2016), y por lo tanto asociados al Proto-Caribe. La especie reportada en la colección, *Orthokarstenia ewaldi*, ha sido registrada también en Venezuela (Manrique et al., 2018) y África (Anoh et al., 2018), y en

Colombia para la Formación Plaeners (J. Martínez, 1995; Vargas, 2018) y para la propia Formación Los Pinos (Cruz Guevara et al., 2011).

Crustáceos (Phylum: Arthropoda, Subphylum: Crustacea). *Cenomanocarcinus* sp. (UDESPAL027) (Figura 4B)

Los crustáceos son un subfilo de artrópodos de hábitos predatoriales, hervívoros, suspensívoros o incluso de tendencia parasitarias cuyo registro se extiende desde el Cámbrico hasta el reciente, particularmente en el mar pero también en agua dulce y en tierra firme, y que está caracterizado por un exoesqueleto compuesto de una matriz de quitina que puede tener diversos grados de calcificación - lo que ha favorecido su registro fósil - y que además está articulado en segmentos, con el cambio -"muda"- de dicho exoesqueleto de manera periódica a medida que los organismos experimentan crecimiento a raíz de su variación ontogénica (Covich et al., 2010; Glaessner, 1969; Pandian, 2016; Various, 1969, 2012).

En Colombia, los crustáceos han sido estudiados prolíficamente en el registro paleontológico del país particularmente para el cretácico marino (Feldmann et al., 1999; Gómez-Cruz et al., 2015; González-León et al., 2016; Luque, 2014, 2015; Luque et al., 2012, 2020; Luque & Gerken, 2019; Vega et al., 2007, 2008), con algunos registros para el paleozoico (e.g. (Mojica & Villarroel A., 1984; Quiroz Silva, 2016; Racheboeuf & Villarroel, 2003) y el cenozoico (e.g. (Vega & Bermúdez, 2015). *Cenomanocarcinus* ha sido reportado particularmente para el Turoniano de la Formación San Rafael y la Formación la Frontera (Patarroyo Gama & Rojas, 2007), para el Albiano de la Formación San Gil Superior (Bermúdez et al., 2013; Vega et al., 2010).

PLANTAS

Fm. ? / Cretácico ?

San Andrés / Santander

Plantas vasculares (Tracheophytas) Fragmento de madera (UDESPAL023) (Figura 4A)

Los restos de troncos y otros fragmentos que pueden ser considerados como madera aparecen con las plantas vasculares (traqueófitas), las cuales figuran en el registro geológico desde el Silurico tardío - Devónico temprano (Algeo et al., 2001; Niklas et al., 1983) hasta la actualidad. Como todas las plantas terrestres (embriófitas), las traqueofitas son eucariontes multicelulares fotosintéticos con paredes celulares constituidas de celulosa, y son incapaces de locomoción, pero tienen un sistema vascular con floema y xilema implicado fundamentalmente en el intercambio de nutrientes y otras sustancias entre el sistema fotosintético y el sistema radicular de la planta (Botánicas), permitiendo que las plantas terrestres desarrollaran tallos y ramas más grandes y más abundantes (Nabors, 2006; Sitte et al., 2004). Desde el Devónico medio hasta el presente las

traqueofitas han constituido una importante parte de la biomasa terrestre, así como una pieza fundamental en los mecanismos ecológico-ambientales del planeta (Algeo et al., 2001; Gensel et al., 2020; Meyer-Berthaud et al., 2010). En Colombia hay abundantes restos de madera y vegetación en el registro paleontológico, con los reportes más relevantes y reconocidos asociados al Devónico de la Formación Cucho (e.g. (Berry et al., 2000; Mojica & Villarroel A., 1984; M. Moreno-Sánchez et al., 2020), al Cretácico Inferior de la Fm. Paja para el Miembro Arcillolitas Abigarradas (e.g. Etayo-Serna, 1967, 1968; Huertas, 1967, 1970, 1976; Patarroyo, 2009; van Waveren et al., 2002), al Maastrichtiano de la Formación Guaduas (e.g. (E. Correa et al., 2010; Graham et al., 2019; C. Martínez et al., 2015), al Paleoceno de de la Formación Cerrejón (e.g. (Carvalho et al., 2011; Doria et al., 2008; Gomez-Navarro et al., 2009; F. Herrera et al., 2011, 2014, 2019; F. A. Herrera et al., 2008; Wing et al., 2009) y de la Formación Bogotá (Giraldo et al., 2021; F. Herrera et al., 2011, 2014, 2019); pero también hay reporte de material con modelos de preservación más fragmentarios para el Cretácico de la Formación Une (Rodríguez, 2000) de la Formación Lutitas de Macanal (Ulloa et al., 2000b) y de las Formaciones Areniscas de Las Juntas, Fomeque, y Chipaque (Ulloa et al., 2001), por mencionar algunos ejemplos.

El fragmento de madera reportado para la colección UDES (UDES PAL022) está contenido en una matriz rocosa. Fue encontrado en una región donde hay predominio de rocas cretácicas, todas, de origen marino, implicando una posible señal de influencia continental en esas sedimentitas. En tal sentido, la pieza se configura en un sugestiva pista para estimular la exploración paleontológica del área.

Piezas del Cuaternario

El Cuaternario (2.58 millones de años – reciente) es el último periodo geológico y se caracteriza por los ciclos de glaciación / interglaciación de la denominada “edad del hielo”, y es durante esta época que evolucionaron y radiaron los grandes mamíferos de la megafauna, y también los humanos (Género *Homo*) (Fariña et al., 2015; Malhi et al., 2016; Prothero, 2017). Tectónicamente la geografía adquirió los contornos modernos, alterada apenas por los cambios en el nivel del mar derivados de los ciclos de hielo / deshielo de los glaciales (Berné et al., 2004; Murray-Wallace, 2014). En América el proceso conocido como “Gran Intercambio Biótico Americano” (**GIBA** o **GABI** por sus siglas en inglés, *Great American Biotic Interchange*) provocado por la reciente unión de Sudamérica y Norteamérica, dos continentes aislados tanto tectónica como geográficamente desde la era de los dinosaurios y por lo tanto con faunas endémicas muy diferentes entre sí, se caracterizó por el intercambio y establecimiento de linajes de organismos originarios de un continente en el otro, marcando la configuración actual de la ecología y biogeografía terrestre en lo que hoy es América ((Cione et al., 2015; Defler, 2019; Forasiepi et al., 2014; Marshall et al., 1982; Stehli F. G. & Webb S. D., 1985; Woodburne, 2010)). Colombia, paso obligatorio de la mayoría -si no totalidad- de vertebrados terrestres que participaron en el **GABI**, es una localidad potencialmente importante desde el punto de vista del registro

paleontológico a la hora de comprender los procesos de migración e interacción de los linajes de los vertebrados continentales con los ambientes cambiantes durante los ciclos glaciales. Aunque hay abundantes estudios tanto de palinología (Helmens & Hammen, 1994; Sarmiento et al., 2008; T. Van der Hammen, 1974; Thomas Van der Hammen, 1986; Thomas Van der Hammen & Hooghiemstra, 1995) como reportes de macrofósiles particularmente de mamíferos (De Porta, 1959, 1960, 1961, 1962; Hernández & De Porta, 1960; Hoffstetter, 1971; Maria Eurídice Páramo-Fonseca & Escobar, 2010; Stirton & R., 1947; Villarroel A. et al., 2001; Villarroel et al., 1996; Villarroel & Cadena, 1989) para el país, el panorama aún no es claro pues la relación estratigráfica del Cuaternario entre los diferentes yacimientos no existe, y toda contribución al conocimiento de los paleoambientes y los habitantes de la era glacial en Colombia tienen potencial para aportar en la comprensión de la historia natural no sólo del país, sino del continente.

Fm. ? / Cuaternario ?

San Andrés / Santander

Plantas (Angiospermas = Magnoliaceas) Impresión de hoja (UDES PAL019) (Figura 4D)

Las plantas con flor y fruto o angiospermas son plantas terrestres traqueofitas, registradas desde el Cretácico Inferior, exhibiendo en el registro paleontológico una importante dispersión durante el Cretácico, llegando a ser predominantes en los ecosistemas desde entonces (Carvalho et al., 2021; Crane & Lidgard, 1989; Friis et al., 2006; Heimhofer et al., 2005; Lidgard & Crane, 1990). Son fundamentales a nivel agrícola-industrial al constituir la inmensa mayoría de los productos consumibles de origen vegetal, y por ello, son esenciales para la economía y para la seguridad alimentaria (Bahadur et al., 2015; Nabors, 2006; Sitte et al., 2004).

La mayoría de hallazgos paleontológicos de plantas que se han dado en Colombia son de Angiospermas, con excepción de lo reportado en la Formación Cuiche y de la mayoría las plantas de la Formación Paja. Esto se debe a que la mayoría de yacimientos fosilíferos terrestres o de influencia continental en el país son de tiempos geológicos posteriores al momento de dispersión del grupo, en la mitad del Cretácico. Su estudio ha contribuido notablemente a la comprensión de los procesos que llevaron a la configuración del bosque húmedo tropical actual desde finales del Cretácico (Carvalho et al., 2021).

El material en el que está contenida la impresión de hoja de la colección de la UDES (UDES PAL019) es considerado Cuaternario (Jerez-Jaimes & Narváez-Parra, 2020), lo que concuerda con su porosidad aparentemente vinculada a procesos de sedimentación carbonáticos de naturaleza terrestre, y dado que los únicos depósitos terrestres de la zona son Cuaternarios. La preservación de la impresión es fantástica, lo que implica un estímulo a la exploración paleontológica de la zona.

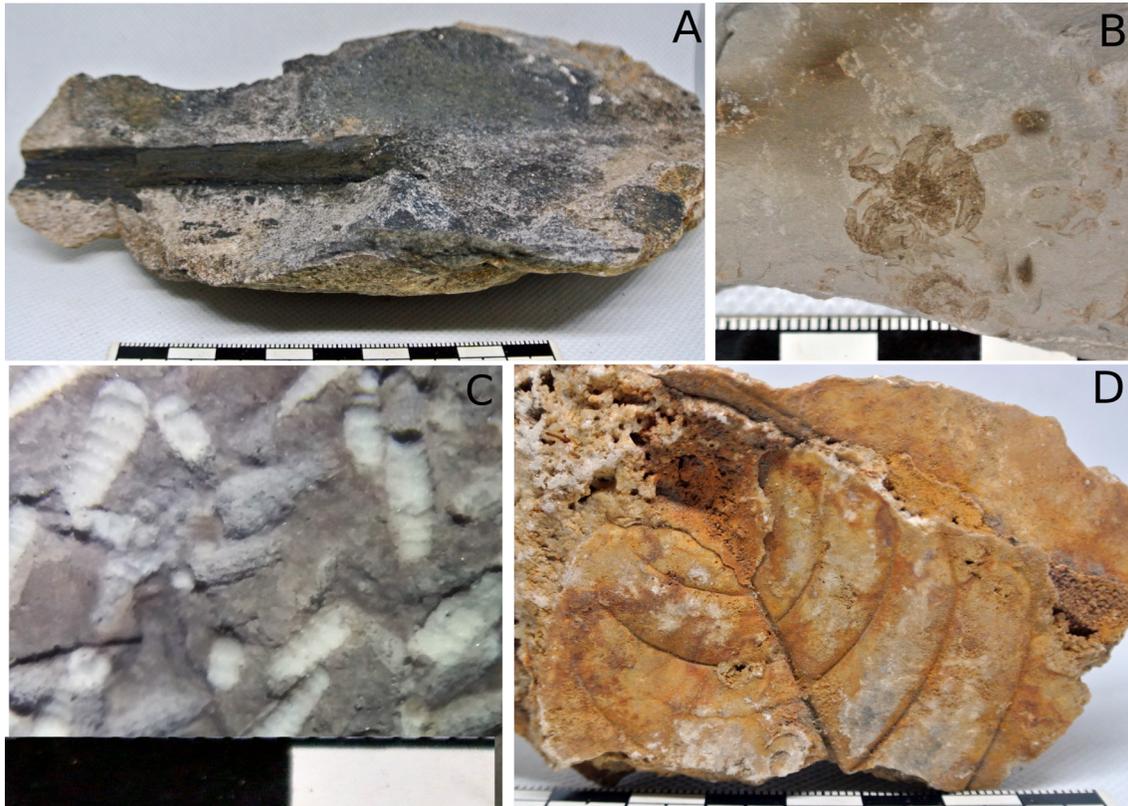


Figura 4: **Plantas vasculares** (Tracheophytas) A. Fragmento de madera (UDESPAL023); **Crustáceos** (Subphylum: Crustacea) B. *Cenomanocarcinus* sp. (UDESPAL027); **Foraminíferos** (Phylum: foraminífera) C. *Orthokarstenia ewaldi* (UDESPAL026); **Angiospermas** (Angiospermae) D. Impresión de hoja (UDESPAL019)

3. RESEÑA HISTÓRICA Y USO

La Universidad de Santander -UDES-, institución privada de educación superior creada en 1982 con sede principal en Bucaramanga pero con sedes auxiliares en Cúcuta y Valledupar, y con pregrados presenciales por convenio con otras instituciones en Bogotá y Ciudad de Panamá, ofrece más de 98 programas entre profesionales, tecnológicos, especializaciones y Maestrías, orientados principalmente a las ciencias de la salud, las ingenierías, y a las ciencias económicas, administrativas y contables, con presencia en derecho, comunicación, arte y diseño, y ciencias agropecuarias, entre otras. Además cuenta con 3 institutos, 32 grupos de Investigación, 132 docentes investigadores, 105 semilleros de investigación, cerca de 1512 estudiantes vinculados a esos semilleros, y más de 6000 graduados hasta el momento (<https://udes.edu.co/universidad/informacion-institucional>). Por otro lado, además de constituirse en una de las principales instituciones académicas del oriente colombiano, la UDES cuenta con un programa en geología de registro reciente (Resolución No. 19818 del 18 de octubre de 2016). Es por ello que el desarrollo de la colección geológica y paleontológica de la universidad no solo es novedoso y cuenta con potencial divulgativo y cultural, sino que es pertinente y necesario.

La Universidad también cuenta con un Museo Arqueológico, Etnológico e Histórico con certificación del Ministerio de Cultura, que cuenta con 1853 piezas de carácter antropológico con tenencia registrada ante el ICANH, y que se exhiben de manera periódica y rotativa cada 3 meses en 18 vitrinas especiales distribuidas por los edificios del campus Lagos del Cacique en Bucaramanga, pero que normalmente están debidamente almacenadas con las condiciones de conservación requeridas, en el sótano del edificio del parqueadero – llamado edificio Carare –, en un espacio adaptado especialmente con tal fin. Esta colección antropológica también tiene una dimensión investigativa que se ha explorado a partir de la constitución de grupos de trabajo orientados al estudio de ese material, que han desarrollado una producción científica. Por ello la universidad no sólo constituye un escenario de apropiación del divulgación cultural y la apropiación social del conocimiento, sino que destaca por su experiencia en el manejo de colecciones, por transformarse en escenario turístico, por el desarrollo de su experiencia como entidad museística, y por la construcción de colecciones con orientación académica, de vocación pedagógica e investigativa, necesarias para el desarrollo de sus actividades educativas.

De tal manera, las 27 piezas de material paleontológico y petrográfico recolectadas por parte del profesor Javier H. Jerez-Jaimes y alumnos, constituyen el material nuclear de la colección geológica y paleontológica del programa de geología y de la universidad. Según comunicación oral con la encargada de la colección, la profesora Eliana Ximena Narváez, la colección geológica y paleontológica está consignada en el mismo espacio de la colección antropológica del museo de arqueología, etnología e historia de la universidad por razones de aprovechamiento logístico en lo que respecta a almacenaje y control de las condiciones

ambientales en el espacio. Además, la colección se ha incluido en la exhibición rotativa del museo de la universidad, y las piezas ya han sido expuestas en las vitrinas dedicadas para tal fin.

Por último, es necesario señalar que la colección geológica y paleontológica de la UDES tiene potencial de crecimiento, tanto a partir de futuras recolecciones en salidas de campo de su programa de geología, como por parte de la adición de piezas por parte de terceros. De hecho, recientemente la universidad ha recibido una importante donación de ese orden, con la entrega de más de 500 piezas del consorcio de vías, el cual efectuó un rescate de material paleontológico y arqueológico de una obra entre Bucaramanga y Málaga. La muestra incluye restos de megafauna, además de artefactos líticos. Este material se encuentra en trámite para su registro, pero requiere un proceso de catalogación, clasificación, y evaluación del material que aún está por empezar. La donación se efectuó considerando la experiencia de la universidad en el manejo de colecciones antropológicas, y en la intención de efectuar el registro del material geológico y paleontológico ante el INGEP.

4. METODOLOGÍA EMPLEADA

Para elaborar la valoración de esta pieza/colección fue utilizada la Metodología de Valoración para el patrimonio geológico y paleontológico mueble elaborada por el Servicio Geológico Colombiano y reglamentada por la Resolución XXX de 2020.

La metodología de valoración orienta la atribución y definición de la significación y representatividad del patrimonio geológico y paleontológico de naturaleza mueble en Colombia, a partir de un análisis integral que permite definir si debe ser declarado como Bien de Interés de la Nación. Esta definición se logra gracias al reconocimiento de los valores científico, educativo y cultural del elemento en estudio. Tomando en consideración, que los elementos susceptibles a ser declarados son aquellos que sustentan o permiten estudiar el origen y la evolución de la vida y la Tierra, estos deben ser preservados como un elemento de comparación y validación en futuras investigaciones, y para aprovechar su potencial en la divulgación y apropiación del conocimiento científico en ambientes educativos y culturales.

Entendiendo como lo dice la metodología, que las colecciones son muy valiosas, no sólo porque ellas constituyen un archivo donde se ha preservado parte de la historia geológica de la Tierra, sino porque las piezas que las conforman han sido seleccionadas teniendo en cuenta el significado que estas tienen para una comunidad desde un punto de vista científico, cultural o educativo, de forma que albergan y conservan un registro que permite acceder y profundizar en el conocimiento que se tiene sobre la configuración del territorio colombiano y de los eventos del pasado geológico que han formado al país y en general la Tierra.... las colecciones deben ser consideradas como repositorios que permiten a las comunidades estar en contacto con su patrimonio y que además pueden sustentar investigaciones futuras donde se generen reinterpretaciones, corroboren teorías o apliquen nuevas tecnologías que permitan ahondar en el conocimiento geocientífico.

De esta forma, la metodología indica que se podrán declarar como bienes muebles de interés geológico y paleontológico las piezas o las colecciones que reúnan todos o algunos de los valores expuestos, siempre estando presente el valor científico y que su significación sea claramente argumentada. Por lo tanto a continuación se presenta la definición de los valores según la metodología:

- I Valor científico: se refiere al interés geológico que permite estudiar, conocer e interpretar el origen y evolución de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente, el origen y evolución de la vida, como resultado del análisis e interpretación de la información geocientífica que permite al evaluador reconocer la relevancia del elemento o sitio geológico.

- I Valor educativo: se refiere a la transmisión de conocimiento, formal o no, relacionado con la historia del planeta a diferentes tipos de público, para la formación intelectual, la sensibilización y la concientización de la sociedad sobre el origen, evolución y conservación de la Tierra a través de elementos o sitio geológico.
- I Valor cultural: se relaciona con las prácticas, las relaciones y los significados que los seres humanos le han otorgado a los elementos y sitios geológicos para explicar y entender su historia y la de la Tierra, que revelan el sentido de pertenencia que puede tener un grupo o una comunidad sobre estos y generan referencias colectivas de identidad y memoria.

Estos valores son desarrollados a continuación para justificar la declaratoria del elemento geológico en cuestión.

5. VALORACIÓN DE LA COLECCIÓN

A continuación se relaciona la valoración de la colección universitaria de la Universidad de Santander -UDES-, generada a partir del análisis de la información suministrada por sus responsables, así como por los valores intrínsecos de la misma, y su alcance y trayectoria.

5.1. Valor científico

Los especímenes relacionados en la colección representan una parte del patrimonio paleontológico del Cretácico marino colombiano, particularmente, de la Formación Rosa Blanca, la Formación Tibu-Mercedes, y de la Formación Los Pinos. Además, algunos de los linajes relacionados en la misma han sido referidos previamente en la literatura científica, pero otros, como el diente de pliosaurio de la Formación Rosa Blanca o la impresión de Angiosperma potencialmente Cuaternaria constituyen material novedoso cuyo futuro reporte y estudio se considera de alto potencial, particularmente para contribuir al acervo de conocimiento paleontológico de la región, fomentando el interés en la exploración geológica y paleontológica en esas localidades. Por ello se considera que su valor científico es medio.

5.2. Valor educativo

La colección de la Universidad de Santander -UDES- es ante todo una colección Universitaria, enfocada en la orientación pedagógica técnica esencial en prácticas de laboratorio de paleontología, y por lo tanto necesaria en el contexto del desarrollo y la formación académica de su programa de geología, el más recientemente instituido del país, y que hasta el momento carecía de material propio para ese tipo de entrenamiento. Su bajo muestreo inicial (27 piezas) contrasta con la variedad de linajes representados en la misma, logrando ejemplificar parte del patrimonio del cretácico marino Colombiano, pero particularmente ilustrando dicho patrimonio en localidades importantes desde el punto de vista de la geología regional del departamento de Santander, como Zapatoca y San Andrés, y en Formaciones importantes en la literatura científica geológico paleontológica, como la Formación Rosa Blanca. Por ello, se considera que la colección tiene un alto valor educativo, al constituirse como parte esencial del programa de geología de la Universidad de Santander, y al permitir una aproximación de los estudiantes al patrimonio geológico regional y nacional.

5.3. Valor cultural

Dado el interés en la divulgación del patrimonio cultural de la Universidad de Santander evidenciado no sólo en la conservación, almacenaje, y estudio de su colección Arqueológica, Etnológica e Histórica, sino también en la divulgación de esas piezas a través

de una estrategia de exhibición de ese material a lo largo del campus principal de la Universidad en Bucaramanga en vitrinas debidamente acondicionadas y dispuestas en diversos puntos de las edificaciones, y dado que las piezas de la colección geológica y paleontológica ya han sido expuestas en esos espacios en ciclos de muestra periódicos, se considera que la colección geológica y paleontológica de la UDES tiene un gran potencial divulgativo entre el público universitario y el público en general, fomentando no sólo la apropiación del patrimonio geológico regional y nacional, sino también su estudio y exploración. Por ello, se reconoce un alto valor cultural a la colección geológica y paleontológica de la Universidad de Santander.

6. CONDICIONES DE CONSERVACIÓN

La colección se encuentra ubicada en el sótano del edificio del parqueadero, también llamado *Carare*, en el campus Lagos del Cacique de la Universidad de Santander, en Bucaramanga, Santander.

6.1. Estado de conservación de piezas registrado en Ficha de Registro INGEP

Siguiendo la información detallada por los encargados de la colección en la ficha INGEP, la colección presenta un estado de conservación Bueno, con el 100% de las piezas clasificadas en esa categoría.

6.2. Análisis de infraestructura, equipos y materiales, procedimientos existentes

Contexto: el edificio e instalaciones físicas

La colección está en el margen oriental de la ciudad de Bucaramanga en Santander, a una altura promedio de 959 msnm, con una temperatura entre de 22-27°C y en condición de clima tropical seco, con un 80% de humedad relativa según reporta el museólogo encargado del espacio en la encuesta de conservación, el señor Edgar Pico. No hay afluentes de agua cerca a donde se encuentra la colección, el espacio no tiene historial o registro de inundaciones, y las paredes no tienen problemas de humedad, manchas, hongos o grietas, aunque la zona es sísmicamente activa. El campus universitario que la alberga está ubicada en la Comuna 16 Lagos del Cacique, en el barrio Lagos del Cacique, por la salida de la calle 70 que conecta al nor-orienté con la vía Bucaramanga – Pamplona, en un espacio rodeado de bosque a las afueras de la ciudad y por lo tanto en un contexto periférico en el que hay influencia urbana y rural. Esa vía no es muy transitada dado que se trata de una ruta rural, no apta para tráfico pesado, y la conexión con el orienté del departamento por la vía Bucaramanga – Pamplona se establece más al norte de la ciudad, por la Comuna 14 Morririco. La construcción de esa colección tiene por objetivo principal el apoyo a las labores académicas propias del programa de geología, aunque también tiene alcance divulgativo ya que hacen parte de la exhibición de piezas de museo de la universidad, que por el momento cuenta con espacios distribuidos alrededor del campus central de la misma, pero que a futuro contará con un espacio propio para su divulgación. La región no es susceptible a problemas de orden público o de conflicto armado.



Figura X. Edificio Carare o del parqueadero, en la sede Lagos del Cacique, de la Universidad de Santander, en cuyo sótano está alojada la colección geológica y paleontológica de la UDES. Fuente: Página principal de la universidad.

Toda la colección está almacenada en el sótano del edificio del parqueadero, una edificación reciente (2013) de paredes y techo de concreto, alojada entre otras construcciones del campus. En el mismo lugar están alojadas las piezas de la colección arqueológica, etnológica e histórica de la universidad, aprovechando que el lugar tiene condiciones y controles ambientales esenciales para la conservación y almacenaje de algunos materiales susceptibles a condiciones variables de humedad y temperatura. Si bien por el momento la colección geológica no es numerosa, la concesión de Vías efectuó un rescate de material arqueológico – paleontológico en obras de la vía Bucaramanga – Málaga con más de 500 piezas que fueron donadas a la Universidad, y que a pesar de que debido a las restricciones inherentes a la contingencia sanitaria no han sido catalogadas ni clasificadas, ya se encuentran almacenadas junto con el núcleo de la colección geológica y con las piezas de la colección arqueológica.

Recursos y Materiales

Todo el material se encuentra almacenado en sus

- 6.1.** Concepto técnico de las condiciones de conservación generales del elemento
- 6.2.** Verificación preliminar de condiciones de conservación mínimas para otorgar permiso de tenencia
- 6.3.** Sugerencias de mejora

Informe de caracterización y valoración “Colección Universidad de Santander -UDES-” como patrimonio geológico y paleontológico

Figura X. Edificio Carare, en el Campus Lagos del Cacique, Universidad de Santander (UDES), Bucaramanga.

<https://bucaramanga.udes.edu.co/comunicaciones/noticias/parqueaderos-udes-gratis-para-toda-la-comunidad-29>

- Acosta, C. E. (1960). Estratigrafía de García Rovira. *Boletín de Geología*, 5, 33–40.
- Acosta, C. E., Huertas, G. G., & Ruiz, P. M. (1979). Noticia preliminar sobre el hallazgo de un presunto kronosaurus (Reptilla: Dolichrorhynchopidae) en el Aptiano superior de Villa de Leiva Colombia. *Lozania (Acta Zoológica Colombiana)*, 28, 1–7.
- Agassiz, L. (1840). Études critiques sur les mollusques fossiles. In *Études critiques sur les mollusques fossiles ; / par Ls. Agassiz*. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.1126>
- Alfonso-Rojas, A., & Cadena, E. A. (2020). Exceptionally preserved ‘skin’ in an Early Cretaceous fish from Colombia. *PeerJ*, 2020(7), 1–23. <https://doi.org/10.7717/peerj.9479>
- Algeo, T. J., Scheckler, S. E., & Maynard, J. B. (2001). Effects of the Middle to Late Devonian Spread of Vascular Land Plants on Weathering Regimes, Marine Biotas, and Global Climate. In *Plants Invade the Land* (Issue 1995, pp. 213–236). columbia university press. <https://doi.org/10.7312/gens11160-013>
- Álvarez-León, R., Orozco-Rey, R., Páramo-Fonseca, M. E., & Restrepo-Santamaría, D. (2013). *Lista de los Peces Fósiles y Actuales de Colombia*. Eco Prints, Diseño gráfico y audiovisual Ltda.
- Anderson, F. M. (1928). Notes on Lower Tertiary deposits of Colombia and their Molluscan and foraminiferal fauna. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 17(1), 561–613.
- Anoh, N. O., Njoke, M. L., & Elangwe, N. D. (2018). *Cretaceous-Tertiary Foraminifera and Palynomorphs from Djega Section and Inferred Paleodepositional Environments, Rio Del Rey Basin, Cameroon, West Africa*. <https://doi.org/10.1155/2018/6126528>
- Armstrong, H., & Brasier, M. (2005). *Microfossils*. Blackwell Oxford.
- Bahadur, B., Rajam, M. V., Sahijram, L., & Krishnamurthy, K. V. (2015). Plant biology and biotechnology: Plant diversity, organization, function and improvement. *Plant Biology and Biotechnology: Plant Diversity, Organization, Function and Improvement*, 1, 1–827. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2286-6>
- Barrero, D., Pardo, A., Vargas, C. A., & Martínez, J. F. (2007). *Colombian Sedimentary Basins: Nomenclature, Boundaries and Petroleum Geology, a New Proposal*.

- Barrett, S. F. (1986). *Paleoecology and stratigraphy of Devonian sediments in the northern Andes, Colombia: Paleogeographic implications*. University of Chicago.
- Barrett, S. F. (1988). The Devonian system in Colombia. *2nd International Symposium on the Devonian System - Memoir 14, 1: Regiona*, 705–717.
- Benson, R. B. J., Evans, M., & Druckenmiller, P. S. (2012). High diversity, low disparity and small body size in plesiosaurs (reptilia, sauropterygia) from the triassic-jurassic boundary. *PLoS ONE*, 7(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031838>
- Benton, M. J., & Harper, D. A. T. (2009). *Introduction to Paleobiology and the fossil record*. Wiley-Blackwell.
- Bermúdez, H. D., Gómez-Cruz, A. de J., Hyžný, M., Moreno-Bedmar, J. A., Barragán, R., Sánchez, M. M., & Vega, F. J. (2013). Decapod crustaceans from the Cretaceous (Aptian–Albian) San Gil Group in the Villa de Leyva section, central Colombia. *Neues Jahrbuch Für Geologie Und Paläontologie - Abhandlungen*, 267(3), 255–272. <https://doi.org/10.1127/0077-7749/2013/0308>
- Berné, S., Rabineau, M., Flores, J. A., & Sierro, F. J. (2004). The impact of quaternary global changes on strata formation: Exploration of the shelf edge in the northwest Mediterranean Sea. *Oceanography*, 17(SPL.ISS. 4), 92–103. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2004.07>
- Berry, C. M., Morel, E., Mojica, J., & Villarroel, C. (2000). Devonian plants from Colombia, with discussion of their geological and palaeogeographical context. *Geological Magazine*, 137(3), 257–268. <https://doi.org/10.1017/S0016756800003964>
- Blau, J., Vergara, L., & Stock, H. W. (1992). First planktonic foraminifera from the Early Cretaceous (Albian) of the Upper Magdalena Valley, Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, 6(3), 191–206. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(92\)90008-M](https://doi.org/10.1016/0895-9811(92)90008-M)
- Boersma, A. (1998). Foraminifera. In A. Boersma & B. U. Haq (Eds.), *Introduction to marine micropaleontology* (pp. 19–77). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-044482672-5/50002-7>
- Bogdanova, T. N., & Hoedemaeker, P. J. (2004). Barremian-Early Albian Deshayesitidae, Oppeliidae, Desmoceratidae and Silesitidae of Colombia. *Scripta Geologica*, 128, 183–312. <http://repository.naturalis.nl/document/43193>

- Boonstra, M., Ramos, M. I. F., Lammertsma, E. I., Antoine, P. O., & Hoorn, C. (2015). Marine connections of Amazonia: Evidence from foraminifera and dinoflagellate cysts (early to middle Miocene, Colombia/Peru). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *417*, 176–194. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.10.032>
- Botero Arango, G., & González, H. (1983). Algunas localidades fosilíferas cretáceas de la cordillera Central, Antioquia y Caldas, Colombia. *Geología Norandina*, *7*, 15–28.
- Boudagner-Fadel, M. K. (2018). Biostratigraphic and Geological Significance of Planktonic Foraminifera. In *Biostratigraphic and Geological Significance of Planktonic Foraminifera* (2th.). OVPR UCL. <https://doi.org/10.2307/j.ctt1g69xwk>
- Brito, P. M., & Janvier, P. (2002). A ptychodontid (chondrichthyes, elasmobranchii) from the upper Cretaceous of South America. *Geodiversitas*, *24*(4), 785–790.
- Brown, D. S., & Cruickshank, A. R. I. (1994). The skull of the Callovian plesiosaur *Cryptoclidus eurymerus*, and the sauropterygian cheek. In *Palaeontology* (Vol. 37, Issue 4, pp. 941–953). <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0028591419&partnerID=40>
- Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (2007). *Invertebrados*. McGraw-Hill / Interamericana de España.
- Buch, L. von. (1939). Pétrifications recueillies en Amérique, par Mr. Alexandre de Humboldt et par Mr. Charles Degenhardt /. In *Pétrifications recueillies en Amérique, par Mr. Alexandre de Humboldt et par Mr. Charles Degenhardt /*. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.160202>
- Bürgl, H. (1954). El Cretácico Inferior en los alrededores de Villa de Leiva (Boyacá). *Boletín Geológico*, *I*(1), 5–22.
- Bürgl, H. (1955). El Anticlinal de Apulo. *Boletín Geológico*, *III*(2), 2–22.
- Bürgl, H. (1957). Bioestratigrafía de la Sabana de Bogotá y sus alrededores. In *Boletín Geológico* (Vol. 5, pp. 113–147).
- Bürgl, H. (1960). Historia Geológica De Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias*, *XI*(43), 137–191.
- Caballero, V., & Sierra, H. (1991). *Estratigrafía del Cretácico en el área de San Andrés Santander*. Universidad Industrial de Santander.

- Cadena, E. A. (2009). *New Cretaceous and Cenozoic Fossil Turtles From Colombia and paleobiogeographical implications*. University of Florida.
- Cadena, E. A. (2011a). First Record of Eucryptodiran Turtles from the Early Cretaceous (Valanginian), at the Northernmost Part of South America. *South American Journal of Herpetology*, 6(1), 49–53. <https://doi.org/10.2994/057.006.0107>
- Cadena, E. A. (2011b). Potential earliest record of Podocnemidoid turtles from the Early Cretaceous (Valanginian) of Colombia. *Journal of Paleontology*, 85(5), 877–881.
- Cadena, E. A. (2014). The fossil record of turtles in Colombia; a review of the discoveries, research and future challenges. *Acta Biológica Colombiana*, 19(3), 333–339.
- Cadena, E. A. (2015). The first South American sandownid turtle from the Lower Cretaceous of Colombia. *PeerJ*, 3, e1431. <https://doi.org/10.7717/peerj.1431>
- Cadena, E. A. (2020). Valanginian occurrence of Pelomedusoides turtles in northern South America: Revision of this hypothesis based on a new fossil remain. *PeerJ*, 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.9810>
- Cadena, E. A., Bloch, J. I., & Jaramillo, C. A. (2010). New Podocnemidid Turtle (Testudines: Pleurodira) from the Middle-Upper Paleocene of South America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30(2), 367–382. <https://doi.org/10.1080/02724631003621946>
- Cadena, E. A., & Gaffney, E. S. (2005). *Notoemys zapatocaensis*, a new side-necked turtle (pleurodira: Platycheilyidae) from the early cretaceous of Colombia. *American Museum Novitates*, 3470, 1–19. [https://doi.org/10.1206/0003-0082\(2005\)470<0001:NZANST>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1206/0003-0082(2005)470<0001:NZANST>2.0.CO;2)
- Cadena, E. A., Jaramillo, C. A., & Bloch, J. I. (2013). New material of the platycheilyid turtle *Notoemys zapatocaensis* from the early cretaceous of Colombia; implications for understanding pleurodira evolution. *Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*, 9789400743083, 105–120. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4309-0_8
- Cadena, E. A., Jaramillo, C. M., Paramo, M., South, S., & Journal, A. (2007). The first Late Pleistocene record of Kinosternon (Cryptodira: Kinosternidae) turtles For Northern South America, Pubenza locality , Colombia. *South American Journal of Herpetology*, 2(3), 201–205.

- Cadena, E. A., & Parham, J. F. (2015). Oldest known marine turtle? A new protostegid from the Lower Cretaceous of Colombia. *PaleoBios*, 32, 1–42. <https://escholarship.org/uc/item/147611bv>
- Cadena, E. A., Parra-Ruge, M. L., Parra-Ruge, J. de D., & Padilla-Bernal, S. (2019). A gravid fossil turtle from the Early Cretaceous reveals a different egg development strategy to that of extant marine turtles. *Palaeontology*, 62(4), 533–545. <https://doi.org/10.1111/pala.12413>
- Cadena, E. A., Unwin, D. M., & Martill, D. M. (2020). Lower Cretaceous pterosaurs from Colombia. *Cretaceous Research*, 114, 104526. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2020.104526>
- Camacho, J. H., & de Porta, J. (1963). El Primer Ictiosaurio del Cretácico de Colombia. *Boletín de Geología*, 12, 77–83.
- Carballido, J. L., Pol, D., Parra-Ruge, M. L., Padilla Bernal, S., Páramo-Fonseca, M. E., & Etayo-Serna, F. (2015). A new Early Cretaceous brachiosaurid (Dinosauria, Neosauropoda) from northwestern Gondwana (Villa de Leiva, Colombia). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 35(5), e980505. <https://doi.org/10.1080/02724634.2015.980505>
- Carrillo-Briceño, J. D., Cadena, E. A., Dececchi, A. T., Larson, H. C. E., & Du, T. Y. (2016). First record of a hybodont shark (Chondrichthyes: Hybodontiformes) from the Lower Cretaceous of Colombia. *Neotropical Biodiversity*, 2(1), 81–86. <https://doi.org/10.1080/23766808.2016.1191749>
- Carrillo-Briceño, J. D., Parra, J. D., & Luque, J. (2019). A new lamniform shark *Protolamna ricaurtei* sp. nov. from the Lower Cretaceous of Colombia. *Cretaceous Research*, 95, 336–340. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2018.12.007>
- Carvalho, M. R., Herrera, F. A., Jaramillo, C. A., Wing, S. L., & Callejas, R. (2011). Paleocene Malvaceae from northern South America and their biogeographical implications. *American Journal of Botany*, 98(8), 1337–1355. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000539>
- Carvalho, M. R., Jaramillo, C., de la Parra, F., Caballero-Rodríguez, D., Herrera, F., Wing, S., Turner, B. L., D’Apolito, C., Romero-Báez, M., Narváez, P., Martínez, C., Gutierrez, M., Labandeira, C., Bayona, G., Rueda, M., Paez-Reyes, M., Cárdenas, D., Duque, Á., Crowley, J. L., ... Silvestro, D. (2021). Extinction at the end-Cretaceous and the origin

of modern Neotropical rainforests. *Science*, 372(6537), 63–68.
<https://doi.org/10.1126/science.abf1969>

Caster, K. E. (1939). *A Devonian fauna from Colombia*. Paleontological Research Institution.

Cicimurri, D. J., & Everhart, M. J. (2001). An Elasmosaur with Stomach Contents and Gastroliths from the Pierre Shale (Late Cretaceous) of Kansas. *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 104(3 & 4), 129–143.
[https://doi.org/10.1660/0022-8443\(2001\)104\[0129:aewsca\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1660/0022-8443(2001)104[0129:aewsca]2.0.co;2)

Cione, A. L., Gasparini, G., Soibelzon, E., Soibelzon, L. H., & Eduardo, T. (2015). *The Great American Biotic Interchange A South American Perspective*. SpringerBriefs in Earth System Sciences. <http://www.springer.com/series/10032>

Cooke, C. W. (1946). Comanche Echinoids. *Journal of Paleontology*, 20(3), 193–237.
<http://www.jstor.org/stable/1299361>

Correa, E., Jaramillo, C., Manchester, S., & Gutierrez, M. (2010). A fruit and leaves of rhamnaceous affinities from the late cretaceous (Maastrichtian) of Colombia. *American Journal of Botany*, 97(1), 71–79. <https://doi.org/10.3732/ajb.0900093>

Correa, P. (2016). *Primera ocurrencia de un mosasaurido de la Formación Conejo (coniáciano), en el sector de Villa de Leyva, Boyacá, Colombia*. Universidad de Caldas.

Correal Urrego, G. (1990). Evidencias culturales durante el pleistoceno y holoceno de Colombia. *Revista de Arqueología Americana*, 1, 69–89.
https://www.jstor.org/stable/25759914?casa_token=mnFqvpzo38AAAAA:u3xbSDolwET1S7nsBrzw-mAYzBO9nhiC-OanOMO_hp6A_zse1BYEJ2ijfDMo5VXLyOeu2X8KhC7P78DiWpCBjLjW8W3JzrMQRFPBbNwp4kFRdsRNsWF&seq=1#metadata_info_tab_contents

Cortés, D., Larsson, H. C. E., Maxwell, E. E., Parra-Ruge, M. L., Patarroyo, P., & Wilson, J. A. (2019). An Early Cretaceous Teleosauroid (Crocodylomorpha: Thalattosuchia) from Colombia. *Ameghiniana*, 56(5), 365. <https://doi.org/10.5710/AMGH.26.09.2019.3269>

Cortés, D., & Páramo-Fonseca, M. E. (2018). Restos apendiculares de un ictiosaurio oftalmosáurido del Barremiano inferior de Villa de Leiva, Colombia. *Boletín de Geología*, 40(1), 15–30. <https://doi.org/10.18273/revbol.v40n1-2018001>

- Covich, A. P., Thorp, J. H., & Rogers, D. C. (2010). Introduction to the Subphylum Crustacea. In *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates* (Third Edit, Issue Chapter 20, pp. 695–723). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374855-3.00018-2>
- Cox, L. R. (1954). Lower Cretaceous Mollusca from Pointe-à-Pierre, Trinidad. *Journal of Paleontology*, 28(5), 622–636.
- Crane, P. R., & Lidgard, S. (1989). Angiosperm Diversification and Paleolatitudinal Gradients in Cretaceous Floristic Diversity. *Science*, 246(4930), 675–678.
- Cruz-Guevara, Jerez-jaimés, J. H., & Franco-Blanco. (2001). Distribución espacial y relación entre organismos fósiles. Breve síntesis paleoecológica de *Toxaster colombianus* y *Thalassinoides*. *Boletín de Geología*, 23(38), 21–29.
- Cruz-Guevara, L. E., Jerez-jaimés, J. H., Narvaez Parra, E. X., & Franco-Blanco. (2000). Análisis de variables morfométricas de *Toxaster roulini* Agassiz (Echinoides: Toxasteriidae) de la Formación Rosa blanca, municipio de Zapatoca (Santander, Colombia). *Boletín de Geología*, 22(37), 7–17.
- Cruz Guevara, L. E., Jerez-jaimés, J. H., Amaya, H., Rueda Fonseca, J., Badillo Requena, J., & Villamizar Cáceres, J. (2011). Caracterización físico química, tafonomía y ecología de *Orthokarstenia ewaldi* (Foraminiferida: Siphogenerinoididae) de la formación de los pinos (Cretácico: Maastrichtiano) de Samacá (Boyacá, Colombia). *Boletín de Geología*, 33(2), 95–105.
- D'Orbigny, A. D., & Boussingault, J. B. (1842). *Coquilles et échinodermes fossiles de Colombie (Nouvelle-Grenade), recueillis de 1821 à 1833*. https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=e9VHAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Coquilles+et+échinodermes+fossiles+de+Colombie&ots=yGUUNGYp1t&sig=P0NIsYGPJDFgan3cQHZHbW8pUS4&redir_esc=y#v=onepage&q=Coquilles+et+échinodermes+fossiles+de+Colombie&f=false
- Daniel Eduardo Pomar-Barón. (2017). *Estudio morfoanatómico y ubicación sistemática de restos de ictiosaurio encontrados en rocas del cretácico inferior de Colombia en Guayabal de Siquima, departamento de Cundinamarca, Colombia*. <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/10958/1/PomarBarónDanielEduardo2016.pdf>

- De La Parra, F. (2009). *Palynological changes across the Cretaceous-Tertiary boundary in Colombia, South America* [University of Florida]. http://etd.fcla.edu/UF/UFE0024565/dela_parra_g.pdf
- De Porta, J. (1959). Nueva subespecie de Toxodóntido del Cuaternario de Colombia. *Boletín de Geología*, 3.
- De Porta, J. (1960). Los équidos fósiles de la sabana de Bogotá. *Boletín de Geología*, 4, 51–78.
- De Porta, J. (1961). Edentata Xenarthra del pleistoceno de Colombia. *Boletín de Geología*.
- De Porta, J. (1962). A propósito de E.(Amerhippus) curvidens en el Pleistoceno de Colombia. *Geología Colombiana*, 2, 35–39.
- Defler, T. (2019). *History of Terrestrial Mammals in South America* (Vol. 42). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-98449-0>
- Dorado, J. (1990). Contribución al Conocimiento de la Estratigrafía de la Formación Brechas de Buenavista (Límite Jurásico -Cretácico). Región Noroeste de Villavicencio (Meta). *Geología Colombiana - An International Journal on Geosciences*, 17(0), 7–38.
- Doria, G., Jaramillo, C. A., & Herrera, F. (2008). Menispermaceae from the Cerrejón formation, middle to late paleocene, Colombia. *American Journal of Botany*, 95(8), 954–973. <https://doi.org/10.3732/ajb.2007216>
- Duque-Herrera, A. F., Helenes, J., Pardo-Trujillo, A., Flores-Villarejo, J. A., & Sierro-Sánchez, F. J. (2018). Miocene biostratigraphy and paleoecology from dinoflagellates, benthic foraminifera and calcareous nannofossils on the Colombian Pacific coast. *Marine Micropaleontology*, 141(3918), 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2018.05.002>
- Duque Caro, H. (1975). Los foraminiferos planctonicos y el Terciario de Colombia. *Revista Esp Micropaleont*, 73, 403–427. <https://eurekamag.com/research/022/981/022981834.php>
- Espinel Arias, V., & Hurtado Henao, J. A. (2010). *Petrografía y análisis facial de las rocas calcáreas aflorantes de la sección Tunja - Villa de Leyva (Boyacá)*. 117.

- Etayo-Serna, F. (1964a). Posición de las faunas en los depósitos cretácicos colombianos y su valor en la subdivisión cronológica de los mismos. *Boletín de Geología*, 16. <https://vie.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/5783>
- Etayo-Serna, F. (1964b). Posición de las Faunas en los depósitos cretácicos colombianos y su valor en la subdivisión cronológica de los mismos. In *Boletín de Geología* (Issue 16, pp. 5–142).
- Etayo-Serna, F. (1967). El Sistema Cretáceo en la región de Villa de Leiva y zonas próximas. *Geología Colombiana*, 5, 5–74. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/30374>
- Etayo-Serna, F. (1968). Sinopsis estratigráfica de la región de Villa de Leiva y zonas próximas. *Boletín de Geología*, 21, 19–32. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/7041>
- Etayo-Serna, F. (1976). Contornos Sucesivos del Mar cretáceo en Colombia. *Memorias Del Congreso Colombiano de Geología (Vol. 1)*.
- Etayo-Serna, F. (1979). Zonation of the Cretaceous of Central Colombia by Ammonites. *Publicaciones Geológicas Especiales Del Ingeominas*, 2, 1–186. <https://searchworks.stanford.edu/view/1267463>
- Etayo-Serna, F. (1985a). Paleontología estratigráfica del sistema cretácico en la Sierra Nevada del Cocuy. *Publicaciones Geológicas Especiales Del Ingeominas*, 16.
- Etayo-Serna, F. (1985b). Paleontología estratigráfica del sistema cretácico en la Sierra Nevada del Cocuy. *Proyecto Cretácico*, 16.
- Etayo-Serna, F., De Porta, N. S., De Porta, J., & Gaona, T. (2003). The Batá Formation of Colombia is truly Cretaceous, not Jurassic. *South American Earth Sciences*, 16, 113–117. [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(03\)00048-8](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(03)00048-8)
- Etayo-Serna, F., & Guzmán-Ospitia, G. (2020). Formación Rosa Blanca: subdivisión de la Formación y propuesta de Neoestratotipo. Sección laguna El Sapo, vereda El Carrizal, municipio de Zapatoca, departamento de Santander. In *Estudios geológicos y paleontológicos sobre el Cretácico en la región del embalse del río Sogamoso, Valle Medio del Magdalena* (pp. 3–54). Servicio Geológico Colombiano. <https://doi.org/10.32685/9789585231788-1>

- Etayo-Serna, F., Laverde-Montaña, F., Alfonso Pava, A. A., Ballesteros Torres, C. I., Cardozo Puentes, E. A., Clavijo Torres, J., Fabre, A., Forero Onofre, H., Galvis García, J. N., Gúzman Ospitia, G., Nivia Guevara, J. A., Ramírez Quiroga, C. J., Renzoni, G., Rodríguez Sierra, G. I., Rojas Ladino, R., Rubiano Ortiz, J. L., Sarmiento Rojas, L. F., Téllez Ireño, N. A., & Vargas Higuera, R. (1985). Proyecto Cretácico. In *Ingeominas* (p. 369).
- Ezcurra, M. D. (2009). Theropod remains from the uppermost Cretaceous of Colombia and their implications for the palaeozoogeography of western Gondwana. *Cretaceous Research*, 30, 1339–1344. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2009.08.004>
- Fabre, A. (1981a). Estratigrafía de la Sierra Nevada del Cocuy, Boyacá y Arauca, Cordillera Oriental (Colombia). *Geologia Norandina*, 4, 3–12.
- Fabre, A. (1981b). Geología de la Plancha 137 - El Cocuy (Departamento de Boyacá e Intendencia de Arauca). In *INGEOMINAS, Informe 1877* (Issue 1877).
- Fabre, A. (1986). *Géologie de la Sierra Nevada del Cocuy: (Cordillière orientale de Colombie)*. Université de Genève.
- Fabre, A., Osorio, M., Vargas, R., & Etayo-Serna, F. (1985). *Reseña Explicativa mapa geológico preliminar Plancha 137 El Cocuy Escala 1:100.000*.
- Fariña, R. A., Vizcaíno, S. F., & De Juliis, G. (2015). Megafauna - Giant Beast of Pleistocene South America. In *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Feldmann, R. M., Villamil, T., & Kauffman, E. G. (1999). Decapod and stomatopod crustaceans from mass mortality Lagerstätten: Turonian (Cretaceous) of Colombia. *Journal of Paleontology*, 73(1), 91–101. <https://doi.org/10.1017/S0022336000027578>
- Forasiepi, A. M., Soibelzon, L. H., Gomez, C. S., Sánchez, R., Quiroz, L. I., Jaramillo, C., & Sánchez-Villagra, M. R. (2014). Carnivorans at the Great American Biotic Interchange: New discoveries from the northern neotropics. *Naturwissenschaften*, 101(11), 965–974. <https://doi.org/10.1007/s00114-014-1237-4>
- Friis, E. M., Pedersen, K. R., & Crane, P. R. (2006). Cretaceous angiosperm flowers: Innovation and evolution in plant reproduction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 232(2–4), 251–293. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.07.006>

- Gensel, P. G., Glasspool, I., Gastaldo, R. A., Libertin, M., & Kvaček, J. (2020). *Back to the Beginnings: The Silurian-Devonian as a Time of Major Innovation in Plants and Their Communities*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35058-1_15
- Giraldo, L. A., Labandeira, C., Herrera, F. A., & Carvalho, M. R. (2021). Rich and specialized plant-insect associations in a middle-late Paleocene (58–60 Ma) Neotropical rainforest (Bogotá Formation, Colombia). *Ameghiniana*, 58(2), 75–99. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5710/AMGH.17.02.2021.3390>
- Glaessner, M. F. (1969). *Treatise on Invertebrate Paleontology - Part R: Arthropoda 4 volume 2* (Raymond C. Moore (ed.)). Geological Society of America and the University of Kansas.
- Gómez-Cruz, A. de J., Bermúdez, H. D., & Vega, F. J. (2015). A new species of *Diaulax* Bell, 1863 (Brachyura: Dialucidae) in the Early Cretaceous of the Rosablanca Formation, Colombia. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 67(1), 103–112. <https://doi.org/10.18268/BSGM2015v67n1a8>
- Gómez-Cruz, A. de J., Moreno-Sánchez, M., & Vallejo, L. (2011). Fósiles de insecta (odonata) del aptiano tardío en la formación Paja. *Boletín Científico Del Centro de Museos*, 24(1), 222.
- Gomez-Navarro, C., Jaramillo, C., Herrera, F., Wing, S. L., & Callejas, R. (2009). Palms (Arecaceae) from a Paleocene rainforest of northern Colombia. *American Journal of Botany*, 96(7), 1300–1312. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800378>
- Gómez-Pérez, M., & Noè, L. F. (2009). A pliosaur from the Lower Cretaceous of Colombia: the implications of a new genus. *Journal of Vertebrate Paleontology*. <https://scholar.google.com/scholar?cluster=13859538663186477186&hl=en&oi=scholar>
- Gómez-Pérez, M., & Noè, L. F. (2017). Cranial anatomy of a new pliosaurid *Acostasaurus pavachoquensis* from the Lower Cretaceous of Colombia, South America. *Palaeontographica, Abteilung A: Palaeozoologie - Stratigraphie*, 310(1–2), 5–42. <https://doi.org/10.1127/pala/2017/0068>
- Goñi, R., & Gasparini, Z. (1983). Nuevos restos de "Alzadasaurus colombiensis" (Reptilia, Plesiosauria) del Cretácico temprano de Colombia. *Geología Norandina*, 7, 49–54.

- González-León, O., Patarroyo, P., Moreno-Bedmar, J. A., Nyborg, T., & Vega, F. J. (2016). A new record and cuticular structure of *Meyeria magna* (Decapoda, Mecochiridae) from the lower Albian (Lower Cretaceous) of Colombia. *Cretaceous Research*, 57(NOVEMBER), 342–349. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2015.08.006>
- Graham, H. V., Herrera, F., Jaramillo, C., Wing, S. L., & Freeman, K. H. (2019). Canopy structure in Late Cretaceous and Paleocene forests as reconstructed from carbon isotope analyses of fossil leaves. *Geology*, 47(10), 977–981. <https://doi.org/10.1130/G46152.1>
- Guerrero, J., Sarmiento, G., & Navarrete, R. (2000). The Stratigraphy of the W Side of the Cretaceous Colombian Basin in the Upper Magdalena Valley. Reevaluation of Selected Areas and Type Localities Including Aipe, Guaduas, Ortega, and Piedras The Stratigraphy of the W Side of the Cretaceous Colombian Basi. *Geología Colombiana*, 25(0), 45–110.
- Gutiérrez, D. (1971). La *Exogyra Squamata* en el Cretácico medio de la Cordillera Oriental de Colombia. *Boletín Geológico de INGEOMINAS*, 19(3), 69–130.
- Guzman, G. (1985). Los Griferidos Infracretácicos *Aetostreon couloni* y *Ceratostreon boussingault* como indicadores de oscilaciones marinas. In *Proyecto Cretácico* (Publicacio, pp. 1–16). Ingeominas.
- Haeghebaert, V. A. (2015). *Actualización taxonómica de los TRIGONIIDAE del Perú, Parte I: 1839-1986*.
- Hampe, O. (2005). Considerations on a *Brachauchenius* skeleton (Pliosauroida) from the lower Paja Formation (late Barremian) of Villa de Leyva area (Colombia). *Mitteilungen Aus Dem Museum Für Naturkunde in Berlin - Geowissenschaftliche Reihe*, 8(1), 37–51. <https://doi.org/10.1002/mmng.200410003>
- Harper, E. M., Taylor, J. D., & Crame, J. A. (2000). The Evolutionary Biology of the Bivalvia. In *Geological Society Special Publication* (Issue 177). The Geological Society of London.
- Hasiotis, S., & Villamil, T. (1993). Miniature *Teredolites* in amber and associated microborings, Late Turonian, Columbia. *Geological Society of America Section Meeting*, 133.

- Heimhofer, U., Hochuli, P. A., Burla, S., Dinis, J. M. L., & Weissert, H. (2005). Timing of Early Cretaceous angiosperm diversification and possible links to major paleoenvironmental change. *Geology*, 33(2), 141–144. <https://doi.org/10.1130/G21053.1>
- Helmens, K. E., & Hammen, V. Der. (1994). The pliocene and quaternary of the high plain of Bogotá Colombia: A history of tectonic uplift, basin development and climatic change. *Quaternary International*, 21(93), 41–61.
- Hernández, C., & De Porta, J. (1960). Un nuevo bovido pleistoceno de Colombia: Colombibos Atactodontus. *Boletín Geológico de La Universidad Industrial de Santander*, 0(5), 41–52. <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/4253>
- Herngreen, G. F. W., & Duenas Jimenez, H. (1990). Dating of the Cretaceous Une Formation, Colombia and the relationship with the Albian-Cenomanian African-South American microfloral province. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 66(3–4), 345–359. [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(90\)90046-L](https://doi.org/10.1016/0034-6667(90)90046-L)
- Herrera, F. A., Jaramillo, C. A., Dilcher, D. L., Wing, S. L., & Gómez-N., C. (2008). Fossil araceae from a paleocene neotropical rainforest in Colombia. *American Journal of Botany*, 95(12), 1569–1583. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800172>
- Herrera, F., Carvalho, M. R., Wing, S. L., Jaramillo, C., & Herendeen, P. S. (2019). Middle to Late Paleocene Leguminosae fruits and leaves from Colombia. *Australian Systematic Botany*, 32(6), 385–408. <https://doi.org/10.1071/SB19001>
- Herrera, F., Manchester, S. R., Carvalho, M. R., Jaramillo, C., & Wing, S. L. (2014). Paleocene wind-dispersed fruits and seeds from Colombia and their implications for early Neotropical rainforests. *Acta Palaeobotanica*, 54(2), 197–229. <https://doi.org/10.2478/acpa-2014-0008>
- Herrera, F., Manchester, S. R., Hoot, S. B., Wefferling, K. M., Carvalho, M. R., & Jaramillo, C. (2011). Phylogeographic implications of fossil endocarps of Menispermaceae from the Paleocene of Colombia. *American Journal of Botany*, 98(12), 2004–2017. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000461>
- Hickman, C. P., Roberts, L. S., Larson, A., L'Anson, H., & Einsenhour, D. J. (2006). *Principios integrales de Zoología*. McGraw-Hill / Interamericana de España.

- Hoffmann, R., Lemanis, R., Naglik, C., & Klug, C. (2015). Ammonoid Buoyancy. In *Ammonoid paleobiology: From anatomy to ecology* (Issue July 2018, pp. 613–648). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9630-9_16
- Hoffstetter, R. (1971). *Los vertebrados cenozoicos de Colombia: yacimientos, faunas, problemas planteados*. 59.
- Hubach, E. (1957). Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia. *Informe*, 1212, 1–166.
- Huertas, G. G. (1967). Fossilis Villae De Leivae. *Caldasia*, 10(1924).
- Huertas, G. G. (1970). Sertum florulae fossilis Villae de Leiva II. *Caldasia*, 10(50), 595–602. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/33892>
- Huertas, G. G. (1976). Sertum florulae fossilis Villae de Leiva. *Caldasia*, 11(54), 17–23. https://www.jstor.org/stable/43406045?seq=1#page_scan_tab_contents
- Jäger, M. (2012). Sabellids and serpulids (Polychaeta sedentaria) from the type maastrichtian, the Netherlands and Belgium. *Scripta Geologica, SPEC.ISS.8*, 45–81.
- Jäger, Manfred. (2004). Serpulidae und Spirorbidae (Polychaeta sedentaria) aus Campan und Maastricht von Norddeutschland, den Niederlanden, Belgien und angrenzenden Gebieten. *Geologisches Jahrbuch A*, 157, 121–249.
- Jaillard, E. (1997). Síntesis estratigráfica y sedimentológica del cretáceo y paleógeno de la cuenca oriental del Ecuador. *Orstom-Petroproduccion, March 1997*, 165.
- Jain, S. (2017). Pelecypoda. In *Fundamentals of Invertebrate Palaeontology* (pp. 103–135). Springer India. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-3658-0>
- Jaworski, E. (1938). Gasterópodos del Cretácico Inferior de Colombia. *Estudios Geológicos y Paleontológicos Sobre La Cordillera Oriental de Colombia*, 3, 107–113.
- Jerez-jaimés, J. H., Cetina-Tarazona, M. A., & Araque-Gomez, C. N. (2013). Primer registro del briozoo *Stomatopora* aff. *cunningtoni* (Orden: Cyclostomata, familia: Stomatoporidae) en el Cretácico inferior de Colombia. *Boletín de Geología*, 35(2), 45–51.
- Jerez-jaimés, J. H., García-Gómez, S. E., & Cruz-Guevara, L. E. (2012). ¿Hueso fósil o simple roca? Espectroscopia FTIR y criterios para la identificación de estructuras óseas fosilizadas. *Boletín de Geología*, 34(1), 67–80.

- Jerez-jaimés, J. H., & Narváez-Parra, E. X. (2020). Patrimonio paleontológico y colección de fósiles de la Universidad de Santander, Colombia. *Innovaciencia*, 1(8), 1–14. <https://doi.org/DOI: http://dx. doi.org/10.15649/2346075 X.818>
- Jerez-jaimés, J. H., Narváez-Parra, E. X., Peñuela Martínez, J. C., Rincón Zarza, F., Caballero Bautista, W. A., & Quintero Valencia, A. (2020). Vista de Distribución espacial de *Exogyra boussingaulti* de la formación Tibú-Mercedes (Cretácico: Aptiano-Albiano) en el Municipio de San Andrés (Santander: Colombia). *Innovaciencia*, 1(8), 1–8. <https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.15649/2346075X.817>
- Jerez-jaimés, J. H., & Narváez Parra, E. X. (2001). Callawayasaurus colombiensi (Welles) Carpenter 1999. El plesiosauiro de Villa de Leyva (Boyacá, Colombia) ¿Un nuevo espécimen? *Boletín Geológico de La Universidad Industrial de Santander*, 23(38), 9–19.
- Jerez-jaimés, J. H., Osma Duarte, A. S., & Puentes Pérez, J. S. (2015). Nuevo registro de pseudocidarid spp. (echinoidea: hemicidaridae) del cretácico inferior (valanginiano-hauteriviano) de Zapatoca (Santander, Colombia). *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 15(2), 25. <https://doi.org/10.19053/1900771x.4258>
- Jones, R. W. (2013). Foraminifera and their applications. In *Foraminifera and their Applications*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139567619>
- Julivert, M. (1968). Léxico estratigráfico de Colombia. In *Union Internationale des Sciences Géologiques*.
- Karsten, H. (1858). Über die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbiens, der heutigen Republiken Neu-Granada und Ecuador. In *Amtlicher Bericht über die zwei und dreissigste Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Wien im September 1856* (pp. 80–118).
- Ketchum, H. F., & Benson, R. B. J. (2010). Global interrelationships of Plesiosauria (Reptilia, Sauropterygia) and the pivotal role of taxon sampling in determining the outcome of phylogenetic analyses. *Biological Reviews*, 85(2), 361–392. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2009.00107.x>
- Klug, C., & Lehmann, J. (2015). Soft Part Anatomy of Ammonoids: Reconstructing the Animal Based on Exceptionally Preserved Specimens and Actualistic Comparisons. In

Ammonoid Paleobiology: From anatomy to ecology (Issue August, pp. 507–529). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9630-9_12

Lea, I. (1841). Notice of the Oolitic Formation in America, with descriptions of some of its organic remains. *Transactions of the American Philosophical Society*, 7, 251–260.

Lidgard, S., & Crane, P. R. (1990). Angiosperm diversification and Cretaceous floristic trends: A comparison of palynofloras and leaf macrofloras. *Paleobiology*, 16(1), 77–93. <https://doi.org/10.1017/S009483730000974X>

Luci, L., Garberoglio, R. M., & Lazo, D. G. (2013). Serpulids and other calcareous tube-dwelling encrusting polychaetes from the Early Cretaceous Agrio Formation (Neuquén Basin, Argentina). *Geobios*, 46(3), 213–224. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2012.06.003>

Ludwing, N. (1925). *Dos especies de equinidos del Neocomiano de Colombia*. Servicio Geológico Nacional.

Luque, J. (2014). A new genus and species of Raninoidian crab (Decapoda, Brachyura) from the lower cretaceous of Colombia, South America. *Scripta Geologica*, 147, 27–34.

Luque, J. (2015). The oldest higher true crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura): Insights from the Early Cretaceous of the Americas. *Palaeontology*, 58(2), 251–263. <https://doi.org/10.1111/pala.12135>

Luque, J., Cortés, D., Rodríguez-Abaunza, A., Ardenas, D. C., de Dios Parra, J., & Exico, M. (2020). *Orithopsid crabs from the Lower Cretaceous Paja Formation in Boyacá (Colombia), and the earliest record of parasitic isopod traces in Raninoida*. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2020.104602>

Luque, J., Feldmann, R. M., Schweitzer, C. E., Jaramillo, C., & Cameron, C. B. (2012). The oldest frog Crabs (Decapoda: Brachyura: Raninoida) from the aptian of Northern South America. *Journal of Crustacean Biology*, 32(3), 405–420. <https://doi.org/10.1163/193724012X626539>

Luque, J., Feldmann, R. M., Vernygora, O., Schweitzer, C. E., Cameron, C. B., Kerr, K. A., Vega, F. J., Duque, A., Strange, M., Palmer, A. R., & Jaramillo, C. (2019). Exceptional preservation of mid-Cretaceous marine arthropods and the evolution of novel forms via heterochrony. In *Sci. Adv* (Vol. 5). <http://advances.sciencemag.org/>

- Luque, J., & Gerken, S. (2019). Exceptional preservation of comma shrimp from a mid-Cretaceous Lagerstätte of Colombia, and the origins of crown Cumacea. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1916). <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.1863>
- Malhi, Y., Doughty, C. E., Galetti, M., Smith, F. A., Svenning, J.-C., & Terborgh, J. W. (2016). Megafauna and ecosystem function from the Pleistocene to the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(4), 838–846. <https://doi.org/10.1073/pnas.1502540113>
- Manrique, J., Linares, E., Barros, H., & Monsalve, J. (2018). *Geochemical and mineralogical characterization of the uraniferous phosphate rocks of the navay formation , Táchira State , Venezuela.*
- Marshall, L. G., Webb, S. D., Sepkoski, J. J., & Raup, D. M. (1982). Mammalian Evolution and the Great American Interchange. *Science*, 215(4538), 1351–1357. <https://doi.org/10.1126/science.215.4538.1351>
- Martínez, C., Carvalho, M. R., Santiago, M., & Jaramillo, C. A. (2015). A late cretaceous Piper (Piperaceae) from Colombia and diversification patterns for the genus. *American Journal of Botany*, 102(2), 273–289. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400427>
- Martínez, J. (1995). Microfósiles del Grupo Guadalupe y la Formación Guaduas (Campaniano-Maastrichtiano) en la Sección de Tausa, Cundinamarca, Colombia. *Undefined.*
- Martínez R., J. I. (1989). Foraminiferal biostratigraphy and paleoenvironments of the Maastrichtian Colon mudstones of northern South America. *Micropaleontology*, 35(2), 97–113. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Martínez R., J. I. (2003). The paleoecology of Late Cretaceous upwelling events from the upper Magdalena basin, Colombia. *Palaeos*, 18(4–5), 305–320. [https://doi.org/10.1669/0883-1351\(2003\)018<0305:TPOLCU>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1669/0883-1351(2003)018<0305:TPOLCU>2.0.CO;2)
- Massare, J. A. (1987). Tooth morphology and prey preference of mesozoic marine reptiles. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 7(2), 121–137. <https://doi.org/10.1080/02724634.1987.10011647>
- Massare, J. A. (1997). Faunas, behavior, and evolution; introduction. In J. M. Callaway & E. L. Nicholls (Eds.), *Ancient Marine Reptiles*. Academic Press.

- Maxwell, E. E., Cortés, D., Patarroyo, P., & Parra-Ruge, M. L. (2019). A new specimen of *Platypterygius sachicarum* (Reptilia, Ichthyosauria) from the Early Cretaceous of Colombia and its phylogenetic implications. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 39(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/02724634.2019.1577875>
- Maxwell, E. E., Dick, D., Padilla, S., & Parra-Ruge, M. L. (2016). A new ophthalmosaurid ichthyosaur from the Early Cretaceous of Colombia. *Papers in Palaeontology*, 2(1), 59–70. <https://doi.org/10.1002/spp2.1030>
- Mendoza Vargas, S. P., & Quiazua Torres, N. E. (1990). Exploración arqueológica en el municipio de Tocaima. *Boletín de Arqueología de La Fian*, 5(3), 3–29.
- Meyer-Berthaud, B., Soria, A., & Decombeix, A. L. (2010). The land plant cover in the Devonian: A reassessment of the evolution of the tree habit. *Geological Society Special Publication*, 339, 59–70. <https://doi.org/10.1144/SP339.6>
- Mojica, J., & Villarroel A., 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(0), 55–79.
- Monnet, C., Brayard, A., & Bucher, H. (2015). Ammonoids and Quantitative Biochronology—A Unitary Association Perspective. In *Ammonoid Paleobiology: From macroevolution to paleogeography* (pp. 277–298). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9633-0_11
- Moore, R. C. (1970). Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, Bivalvia. *Paläontologische Zeitschrift*, 44(1), 101. <https://doi.org/10.1007/BF02989800>
- Morales, L. G. (1958). *General geology and oil occurrences of middle Magdalena valley, Colombia*. <http://archives.datapages.com/data/specpubs/basinar2/data/a125/a125/0001/0600/0641.htm>
- Morales, P. A. (1965). A contribution to the knowledge of the Devonian faunas of Colombia. *Boletín de Geología*, 19, 51–111.
- Moreno-Sánchez, G. (2020). Mapa geológico del cañón del río Sogamoso, en el sector Villanueva, Zapatoca, Betulia, departamento de Santander. In *Estudios geológicos y paleontológicos sobre el Cretácico en la región del embalse del río Sogamoso, Valle Medio del Magdalena* (pp. 393–412). Servicio Geológico Colombiano.

<https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/download/24/10/221-1?inline=1>

- Moreno-Sánchez, M., Gómez-Cruz, A. de J., & Buitrago-Hincapié, J. (2020). Paleozoic of Colombian Andes: New Paleontological Data and Regional Stratigraphic Review. In *Geología de Colombia: Vol. I* (pp. 167–203).
- Moreno-Sánchez, M., Gómez Cruz, A. de J., & Gómez Tapias, J. (2011). *reporte de huellas de dinosaurios en el santuario de fauna y flora de Iguaque, en cercanías de Chíquiza (Boyacá, Colombia)*. 33.
- Morzadec, P., Mergl, M., Villarroel, C., Janvier, P., & Racheboeuf, P. R. (2015). Trilobites and inarticulate brachiopods from the devonian floresta formation of Colombia: A review. *Bulletin of Geosciences*, 90(2), 331–358. <https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1515>
- Murray-Wallace, C. V. (2014). Quaternary sea-level changes : a global perspective. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. Cambridge University Press.
- Murray, J. W. (2006). *Ecology and applications of benthic foraminifera*. Cambridge University Press.
- Nabors, M. (2006). *Introducción a la botánica*. Pearson educación S.A.
- Naglik, C., Tajika, A., Chamberlain, J., & Klug, C. (2015). Ammonoid Locomotion. In *Ammonoid Paleobiology: From anatomy to ecology* (pp. 649–688). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9630-9_17
- Néraudeau, D., & Mathey, B. (2000). Biogeography and diversity of South Atlantic Cretaceous echinoids: Implications for circulation patterns. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 156(1–2), 71–88. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(99\)00132-7](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(99)00132-7)
- Nieto-López, I., & García-Barrera, P. (2006). Cretaceous Echinoids of Mexico. In *Studies on Mexican Paleontology* (pp. 101–113). Springer.
- Niklas, K. J., Tiffney, B. H., & Knoll, A. H. (1983). Patterns in vascular land plant diversification. In *Nature* (Vol. 303, Issue 5918, pp. 614–616). <https://doi.org/10.1038/303614a0>

- Niño-garcía, A., Parra-mosquera, J. D., & Macías-villarraga, P. A. (2019). *Upper Cretaceous chondrichthyes teeth record in phosphorites of the Registro de dientes de condricios del Cretácico Superior en fosforitas de la formación Loma Gorda*. 27–32.
- Noè, L. F., Gómez-Cruz, R., Gómez-Pérez, M., & Patarroyo, P. (2006). A pliosaur travels: the packaging of a unique Cretaceous marine reptile, and its transport from Colombia to the United Kingdom. *Geological Curator*, 8, 271–280.
- Noè, L. F., & Gómez-Pérez, M. (2020). Plesiosaurs, Palaeoenvironments, and the Paja Formation Lagerstätte of Central Colombia: An Overview. In J. Gómez & A.O. Pinilla-Pachon (Eds.), *The Geology of Colombia* (Vol. 2, pp. 441–483). <https://doi.org/https://doi.org/10.32685/pub.esp.36.2019.13>
- Noè, L. F., Gómez-Pérez, M., Rodríguez, J. V., Corrales-García, A., & Caranton-Mateus, W. G. (2020). Dinosaur Footprints from the Lower Cretaceous, Batá Formation, Colombia (South America), and the Possible Interchange of Large Ornithopods between Southern Laurasia and Northern Gondwana Leslie. In *The Geology of Colombia* (Vol. 2, pp. 375–401). Servicio Geológico Colombiano. <https://doi.org/10.32685/pub.esp.36.2019.11>
- Notestein, F. B., Hubman, C. W., & Bowler, J. W. (1944). Geology of the Barco Concession, Republic of Colombia, South America. *Bulletin of the Geological Society of America*, 55(10), 1165–1216. <https://doi.org/10.1130/GSAB-55-1165>
- O’Keefe, F. R. (2002). The evolution of plesiosaur and pliosaur morphotypes in the Plesiosauria (Reptilia: Sauropterygia). *Paleobiology*, 28(1), 101–112. [https://doi.org/10.1666/0094-8373\(2002\)028<0101:teopap>2.0.co;2](https://doi.org/10.1666/0094-8373(2002)028<0101:teopap>2.0.co;2)
- O’Keefe, F. R., & Carrano, M. T. (2005). Correlated trends in the evolution of the plesiosaur locomotor system. *Paleobiology*, 31(4), 656. <https://doi.org/10.1666/04021.1>
- O’Keefe, F. R., Otero, R. A., Soto-Acuña, S., O’gorman, J. P., Godfrey, S. J., & Chatterjee, S. (2017). Cranial anatomy of *Morturneria seymourensis* from Antarctica, and the evolution of filter feeding in plesiosaurs of the Austral Late Cretaceous. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 37(4). <https://doi.org/10.1080/02724634.2017.1347570>
- Ogg, J. G., Ogg, G. M., & Gradstein, F. (2016). *A Concise Geologic Time Scale 2016*.

- Olsson, A. A. (1956). Colombia. In *Handbook of South American Geology: An explanation of the geologic map of South America* (Memoir 65, pp. 297–326). Geological Society of America. <https://doi.org/10.1130/MEM65-p293>
- Osten, E. Von Der. (1957). A Fauna from the Lower Cretaceous Barranquín Formation of Venezuela. *Journal of Paleontology*, 31(3), 571–590.
- Pandian, T. J. (2016). Reproduction and Development in Crustacea. In *Reproduction and Development in Crustacea*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1201/b20080>
- Páramo-Fonseca, María E. (1997). Bachea huilensis nov. gen., nov. sp., premier Tselfatioidei (Teleostei) de Colombie. *Comptes Rendus de l'Academie de Sciences - Serie IIa: Sciences de La Terre et Des Planetes*, 325(2), 147–150. [https://doi.org/10.1016/S1251-8050\(97\)83976-6](https://doi.org/10.1016/S1251-8050(97)83976-6)
- Páramo-Fonseca, Maria Eurídice. (1997). Les vertébrés marins du turonien de la vallée supérieure du Magdalena, Colombie - systématique, paléoécologie, paléobiogéographie. [Http://Www.Theses.Fr](http://www.theses.fr). <http://www.theses.fr/1997POIT2288>
- Páramo-Fonseca, Maria Eurídice. (2000). Yaguarasaurus columbianus (Reptilia, Mosasauridae), a primitive mosasaur from the Turonian (Upper Cretaceous) of Colombia. *Historical Biology*, 14(1–2), 121–131. <https://doi.org/10.1080/10292380009380560>
- Páramo-Fonseca, Maria Eurídice. (2012). Mosasauroids from Colombia. *Bulletin de La Société Géologique de France*, 45, 103–109.
- Páramo-Fonseca, Maria Eurídice. (2015). Estado Actual Del Conocimiento De Los Reptiles Marinos Cretácicos De Colombia. *Publicación Electrónica de La Asociación Paleontológica Argentina*, 40–57. <https://doi.org/10.5710/peapa.12.06.2015.98>
- Páramo-Fonseca, María Eurídice. (1997). Platypterigius sachicarum (Reptilia, ichthyosauria) nueva especie del cretácico de Colombia. *Revista Ingeominas*, 6, 1–12.
- Páramo-Fonseca, María Eurídice. (2001). Los peces de la familia Pachyrhizodontidae (Teleostei) del Turoniano del valle superior del Magdalena, Colombia, dos nuevas especies. *Boletín de Geología*, 39(39), 47–83.
- Páramo-Fonseca, Maria Eurídice, Benavides-Cabra, C. D., & Gutiérrez, I. E. (2018). A new large pliosaurid from the barremian (Lower cretaceous) of Sáchica, Boyacá, Colombia.

Earth Sciences Research Journal, 22(4), 223–238.
<https://doi.org/10.15446/esrj.v22n4.69916>

Páramo-Fonseca, Maria Eurídice, & Escobar, I. (2010). Restos mandibulares de mastodonte encontrados en cercanías de Cartagena, Colombia. *Geología Colombiana*, 35, 50–57.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/21722>

Páramo-Fonseca, Maria Eurídice, Gómez-Pérez, M., Noè, L. F., & Etayo-Serna, F. (2016). *Stenorhynchosaurus munozi*, gen. et sp. nov. a new pliosaurid from the Upper Barremian (Lower Cretaceous) of Villa de Leiva, Colombia, South America. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 40(154):84-103, Enero-Marzo de 2016.

Páramo-Fonseca, Maria Eurídice, O’Gorman, J. P., Gasparini, Z., Padilla, S., & Parra-Ruge, M. L. (2019). A new late Aptian elasmosaurid from the Paja Formation, Villa de Leiva, Colombia. *Cretaceous Research*, 99, 30–40.
<https://doi.org/10.1016/j.cretres.2019.02.010>

Patarroyo Camargo, G. D., Ceolin, D., Fauth, G., Torres, G. A., Cárdenas, C. P., & Rincón, D. A. (2019). *Lower Cretaceous Benthic Foraminifers and Ostracods of the Middle Magdalena Basin, Colombia: Biostratigraphic and Paleoenvironmental Inferences*. 1, 21–45. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02119-1_2

Patarroyo Camargo, G. D., Patarroyo, P., & Sánchez Quiñonez, C. A. (2009). Lower Barremian benthic foraminifera on the Paja Formation (Boyacá-Santander, Colombia): Preliminary evidences from a possible bioevent. *Geología Colombiana*, 34(34), 112–125.

Patarroyo Gama, P., & Rojas, A. (2007). La sucesión y la fauna del Turoniano de la Formación San Rafael en Pesca y su comparación con la sección tipo en Samacá (Boyacá- Colombia-S.A.). *Geología Colombiana*, 32(0), 89–96.

Patarroyo, P. (2002). Equinoideos del miembro calcáreo superior, formación tibasosa, en el área de firavitoba (boyacá - colombia). morfología y fauna asociada. *Geología Colombiana* -, 27, Vol. 2; Paginas. 95-107.
<http://www.bdigital.unal.edu.co/32205/1/31604-114999-1-PB.pdf>

Patarroyo, P. (2009). Amonitas de un nivel de alta energía del Barremiano inferior en la Formación Paja de los sectores de Villa De Leyva (Boyacá) y de Vélez (Santander) High

energy level ammonites of the Paja Formation Early Barremian in the Villa de Leyva (Boyacá) and Vélez. *Boletín de Geología*, 31(2), 15–21.

Patarroyo, P., & Götz, S. (2020). Depósitos del Aptiano inferior con amonitas y rudistas, Punta Espada, Alta Guajira (Uribea – Colombia). Litoestratigrafía y apreciaciones regionales. *Boletín de Geología*, 42(3), 227–241. <https://doi.org/10.18273/revbol.v42n3-2020010>

Patarroyo, P., & Moreno Murillo, M. (1997). Nuevas Consideraciones en torno al Cabeceo del Anticlinal de Arcabuco, en cercanías de Villa de Leyva - Boyacá. *Geología Colombiana - An International Journal on Geosciences*, 22(0), 27–34.

Perkins, T. H. (1991). *Calcisabella piloseta*, a new genus and species of Sabellinae (Polychaeta: Sabellidae). *Bulletin of Marine Science*, 48(2), 261–267.

Petters, V. (1955). Development of Upper Cretaceous Foraminiferal Faunas in Colombia. *Journal of Paleontology*, 29(2), 212–225.

Piraquive, A., Díaz, J. S., Cuéllar, T., Germán, P., & Kammer, A. (2011). Reactivación Neógena de estructuras de rift del Cretácico Temprano asociadas con la Falla de Chámeza, Pajarito, Boyacá (Colombia): evidencias tectónicas y bioestratigráficas. *Geología Colombiana*, 36(1), 197–216.

Pons, D. (1988). *Le Mésozoïque de Colombie: macroflores et microflores (Vol. 24)*. Editions du Centre national de la recherche scientifique.

Porta, J. (2011). Presencia de pycnodontiformes en el cretáceo inferior de Colombia. *Geología Colombiana*, 7(0), 99–103.

Prothero, D. R. (2017). The Princeton Field Guide to Prehistoric Mammals. In *The Princeton Field Guide to Prehistoric Mammals*. <https://doi.org/10.1515/9781400884452>

Quiroz Silva, J. D. (2016). *Una primera aproximación al estudio de ostrácoda (Crustácea) de la FM. Floresta (Devónico medio), Municipio de Floresta, Boyacá, Colombia* [Universidad de Caldas].

Racheboeuf, P. R., & Villarroel, C. A. (2003). *Imocaris colombiensis* n. sp. (Crustacea: Decapoda) from the Pennsylvanian of Colombia. *Neues Jahrbuch Fur Geologie Und Palaontologie - Monatshefte*, 10, 577–590. <https://doi.org/10.1127/njgpm/2003/2003/577>

- Rathbun, M. J. (1937). Cretaceous and Tertiary Crabs from Panama and Colombia. *Journal of Paleontology*, 11(1), 26–28.
- Reinhart, R. H. (1951). *A New Shark of the Family Ptychodontidae from South America*.
- Renne, P. R., Arenillas, I., Arz, J. A., Vajda, V., Gilabert, V., & Bermúdez, H. D. (2018). Multi-proxy record of the Chicxulub impact at the Cretaceous- Paleogene boundary from Gorgonilla Island, Colombia. *Geology*, 46(6), 547–550. <https://doi.org/10.1130/G40224.1>
- Richard Ellis. (2004). *Sea dragons: predators of the prehistoric oceans*. University Press of Kansas. <https://doi.org/10.5860/choice.41-5891>
- Rodríguez, E. (2000). Caracterización de unidades geológicas y geomorfológicas de Colombia - Formación Une. *INGEOMINAS*, 63.
- Rodríguez Parra, A. J., & Solano Silva, O. (2000). *Memoria explicativa del mapa geológico del Departamento de Boyacá*. 1–127.
- Rojas-briceño, A., & Patarroyo, P. (2009). Occurrence of *Sellithyris sella* (Brachiopoda) in the Rosablanca Formation, Boyacá-Colombia. *Boletín de Geología*, 31(2), 129–132.
- Royo y Gomez, J. (1942). Fósiles devónicos de Floresta (Departamento de Boyacá). In *Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia* (pp. 389–396).
- Royo y Gómez, J. (1945). Fósiles Carboníferos e Infracretácicos del Oriente de Cundinamarca. *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales En Colombia*, VI, 193 – 246.
- Santos, E. D. S., & Oliveira, A. R. D. (1994). *Rhacolepis buccalis* Agassiz, 1841 (Pisces, Elopomorpha), no Cretáceo Inferior da Colômbia. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 66(2), 167–172.
- Sarmiento, G., Gaviria, S., Hooghiemstra, H., Berrio, J. C., & Van der Hammen, T. (2008). Landscape evolution and origin of Lake Fúquene (Colombia): Tectonics, erosion and sedimentation processes during the Pleistocene. *Geomorphology*, 100(3–4), 563–575. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.02.006>
- Sato, T., & Tanabe, K. (1998). Cretaceous plesiosaurs ate ammonites. *Nature*, 394(6694), 629–630. <https://doi.org/10.1038/29199>

- Schultze, H. P., & Stöhr, D. (1996). Vinctifer (Pisces, Aspidorhynchidae) from the early Cretaceous (late Aptian) of Colombia. *Neues Jahrbuch Fur Geologie Und Palaontologie - Abhandlungen*, 199(3), 395–415. <https://doi.org/10.1127/njgpa/199/1996/395>
- Seilacher, A., Olivero, E. B., Butts, S. H., & Jäger, M. (2008). Soft-bottom tube worms: From irregular to programmed shell growth. *Lethaia*, 41(4), 349–365. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.2008.00092.x>
- Sitte, P., Weiler, E. W., Kadereit, K. W., Brasinsky, A., & Körner, C. (2004). *Tratado de botanica* (35th ed.). Omega.
- Stehli F. G., & Webb S. D. (1985). *The great American biotic interchange. Topics in geobiology*. (Vol. 106, Issue 575).
- Stirton, & R., A. (1947). A rodent and a peccary from the Cenozoic of Colombia, t. 7. *Serv. Geol. Nac., Compilacion Estud. Geol. Ofic. Colombia*, 7, 317–324.
- Ulloa, C. E., Arias, A., & Solano, F. (2000a). Formación Fómeque. *Caracterización de Unidades Geológicas y Geomorfológicas de Colombia - Ingeominas*.
- Ulloa, C. E., Arias, A., & Solano, F. (2000b). Lutitas de Macanal. *Caracterización de Unidades Geológicas y Geomorfológicas de Colombia - Ingeominas*, 3–59.
- Ulloa, C. E., Rodriguez, E., Fuquen, J. A., & Acosta, J. E. (2001). Geología de la Plancha 192, Laguna de Tota, Memoria Explicativa. *Ingeominas*, 50.
- Ushatinskaya, G. T. (2008). Origin and dispersal of the earliest brachiopods. *Paleontological Journal*, 42(8), 776–791. <https://doi.org/10.1134/S0031030108080029>
- Valencia-Giraldo, Y. P., Escobar-Arenas, L. C., Mendoza-Ramírez, J., Delgado-Sierra, D., & Cárdenas-Rozo, A. L. (2016). Revisión de las localidades fosilíferas del departamento de Antioquia, Colombia. *Boletín Ciencias de La Tierra*, 40(40), 46–54. <https://doi.org/10.15446/rbct.n40.53748>
- Van der Hammen, T. (1974). The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography*, 1(1), 3–26. <https://doi.org/10.2307/3038066>
- Van der Hammen, Thomas. (1986). La sabana de Bogotá y su lago en el Pleniglacial medio. *Caldasia*, 15(71), 249–262. <https://doi.org/Artn 288\nDoi 10.1186/1471-2229-10-288>
- Van der Hammen, Thomas, & Hooghiemstra, H. (1995). The el abra stadial, a younger dryas equivalent in colombia. *Quaternary Science Reviews*, 14, 841–851.

- van Waveren, I. M., van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A., van der Burgh, J., & Dilcher, D. L. (2002). Macrofloral remains from the Lower Cretaceous of the Leiva region (Colombia). *Scripta Geologica*, 123, 1–22.
- Vargas, C. M. (2018). *Correlación entre sistemas RMR, Q y CMRR en minas subterráneas de carbón, caso de estudio Sinclinal Checua-Lenguazaque* (May 2018) [Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín]. https://www.researchgate.net/publication/326464621_Correlacion_entre_sistemas_RMR_Q_y_CMRR_en_minas_subterraneas_de_carbon_caso_de_estudio_Sinclinal_Checua-Lenguazaque
- Various. (1969). *Treatise on invertebrate paleontology, Part R: Arthropoda 4: Vol. R* (Raymond C. Moore (ed.); Issue 4). Geological Society of America and the University of Kansas. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(71\)90040-x](https://doi.org/10.1016/0031-0182(71)90040-x)
- Various. (2012). *Functional Morphology and Diversity (The Natural History of Crustacea)* (M. Thiel & L. Watling (eds.)). <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=HJ5pAgAAQBAJ&pgis=1>
- Vega, F. J., & Bermúdez, H. D. (2015). Primer reporte de Crustáceos decápodos en el Neógeno del cinturón plegado de San Jacinto, Caribe Colombiano. *XV Congreso Colombiano de Geología, 2015, August*.
- Vega, F. J., Feldmann, R. M., Etayo-Serna, F., Bermúdez-Aguirre, H. D., & Gómez, J. (2008). Occurrence of *Meyeria magna* M'Coy, 1849 in Colombia: A widely distributed species during Aptian times. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 60(1), 1–10.
- Vega, F. J., Nyborg, T., Kovalchuk, G., Etayo-Serna, F., Luque, J., Rojas-Briceño, A., Patarroyo, P., Porrás-Múzquiz, H., Armstrong, A., Bermúdez, H., & Garibay, L. (2010). On some Panamerican Cretaceous crabs (Decapoda: Raninoidea). *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 62(2), 263–279.
- Vega, F. J., Nyborg, T., Rojas-Briceño, A., Patarroyo, P., Luque, J., Porrás-Múzquiz, H., & Stinnesbeck, W. (2007). Upper Cretaceous Crustacea from Mexico and Colombia: Similar faunas and environments during Turonian times. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 24(3), 403–422.
- Velandia, F. (2003). *Cartografía geológica y estructural sector sur del municipio de Paipa*. July 2016, 31. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4741.2720>

- Vergara S., L. (1997). Stratigraphy, foraminiferal assemblages and paleoenvironments in the Late Cretaceous of the Upper Magdalena Valley, Colombia (Part I). *Journal of South American Earth Sciences*, 10(2), 111–132. [https://doi.org/10.1016/s0895-9811\(97\)00010-2](https://doi.org/10.1016/s0895-9811(97)00010-2)
- Vernygora, O., Murray, A. M., Luque, J., Parra-Ruge, M. L., & Páramo-Fonseca, M. E. (2018). A new Cretaceous dercetid fish (Neoteleostei: Aulopiformes) from the Turonian of Colombia. *Journal of Systematic Palaeontology*, 16(12), 1057–1071. <https://doi.org/10.1080/14772019.2017.1391884>
- Villamil, T. (1992). Three new species of Buchotriongia Dietrich, 1938 (Bivalvia; Trigonioidea), from the Lower Cretaceous of Colombia. *Andean Geology*, 1938(2), 227–239.
- Villarroel A., C., Concha, A., & Macía S., C. (2001). El Lago Pleistoceno de Soatá (Boyacá, Colombia): Consideraciones estratigráficas, paleontológicas y paleoecológicas. *Geología Colombiana - An International Journal on Geosciences*, 26(26), 79–93. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/31561>
- Villarroel, C., Brieva, J., & Cadena, E. A. (1996). La Fauna de Mamíferos Fósiles del Pleistoceno de Jutua, Municipio de Soata (Boyaca, Colombia). *Geología Colombiana*, 21, 81–87.
- Villarroel, C., & Cadena, E. A. (1989). Descubrimiento De Mamíferos Fósiles De Edad Lujanense (Pleistoceno Tardío) En El "Desierto" De La Tatacoa (Huila, Colombia). *Caldasia*, 16(76), 119–125. <https://doi.org/10.2307/44243546>
- Vinn, O., ten Hove, H. A., & Mutvei, H. (2008). On the tube ultrastructure and origin of calcification in sabellids (annelida, polychaeta). *Palaeontology*, 51(2), 295–301. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2008.00763.x>
- Wheeler, O. C. (1929). *Report on the Palmira Series with notes on the stratigraphy of the Umir, Lisama and La Paz formations near the Eastern part of De Mares Concession.*
- Willows, A. O. D. (1973). Learning in gastropod mollusks. In *Invertebrate Learning* (pp. 187–274). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-3009-7>
- Wing, S. L., Herrera, F., Jaramillo, C. A., Gomez-Navarro, C., Wilf, P., & Labandeira, C. C. (2009). Late Paleocene fossils from the Cerrejon Formation, Colombia, are the earliest

record of Neotropical rainforest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(44), 18627–18632. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905130106>

Wintrich, T., Jonas, R., Wilke, H. J., Schmitz, L., & Sander, P. M. (2019). Neck mobility in the Jurassic plesiosaur *Cryptoclidus eurymerus*: Finite element analysis as a new approach to understanding the cervical skeleton in fossil vertebrates. *PeerJ*, 2019(11). <https://doi.org/10.7717/peerj.7658>

Woodburne, M. O. (2010). The Great American Biotic Interchange: Dispersals, Tectonics, Climate, Sea Level and Holding Pens. *Journal of Mammalian Evolution*, 17(4), 245–264. <https://doi.org/10.1007/s10914-010-9144-8>

Zamarreño de Julivert, I. (1963). Estudio Petrográfico de las Calizas de la Formación Rosablanca de la Región de la Mesa de los Santos. In *Boletín de Geología* (15, pp. 5–34).

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa geológico del Valle del Cauca, Colombia	4
Figura 2. Esquema de las curvas Hipsométricas de las cuencas de drenaje (IH)	3

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen edades U-Pb en circón de monzogranitos, granodioritas, cuerpos menores (*) y diques del Batolito de Mogotes	11
Tabla 2. Resultados de elementos traza en los circones de la muestra MIA-638	12
Tabla 3. Comparación de Perfiles de meteorización de un macizo rocoso	3

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Título

8