

# ESTUDIO GEOESPELEOLÓGICO DE LA CAVERNA DEL CERRO ECCE HOMO EN EL MUNICIPIO DE CHIMICHAGUA CESAR

(Speleological study of the cavern of the Ecce homo hill, in the municipality of Chimichagua, Cesar)

Frank David Lascarro Navarro\*, Fernando Miguel Cormane Tamayo\*\*, Elías Ernesto Rojas Martínez\*\*\*.

\* Facultad de Ingeniería Geológica, Fundación Universitaria del Área Andina, Semillero de Investigación SIGEM, flascarro@estudiantes.areandina.edu.co. \* Facultad de Ingeniería Geológica, Fundación Universitaria del Área Andina, Semillero de Investigación SIGEM, fecormane@estudiantes.areandina.edu.co. Facultad de Ingeniería Geológica, Fundación Universitaria del Área Andina, Semillero de Investigación SIGEM, erojas@areandina.edu.co

*(Recibido enero 23 de 2015 y aceptado abril 9 de 2015)*

## Resumen:

En el municipio de Chimichagua, departamento del Cesar, existe un sistema de cavernas naturales asociadas a rocas sedimentarias carbonatadas, que han sufrido disolución química y erosión mecánica, generando procesos exocársticos y endocársticos, que explican los fenómenos geoquímicos y morfológicos que han dado origen a estas cavidades.

En este estudio se presentan los resultados de un trabajo espeleológico realizado a la caverna del cerro Ecce homo ubicado en el municipio de Chimichagua, departamento del Cesar. Se concluyó que las unidades litoestratigráficas presentes en el exterior e interior de las cavidades son calizas micríticas con fósiles que, según la clasificación de Folk (1974), pertenecen a la Formación Aguas Blancas del Grupo Cogollo. Las cavidades poseen en toda su extensión variedades de espeleotemas productos de procesos endocársticos como son las estalactitas, leche de luna (moonmilk), coladas, banderas, dientes de sierra, que se encuentran en sus paredes y techo.

**Palabras clave:** endocárstico, espeleología, espeleotemas, unidades litoestratigráficas.

## Abstract:

In the municipality of Chimichagua, Cesar, there is a system of natural caves associated with carbonate sedimentary rocks, which have suffered chemical dissolution and mechanical erosion generating exokarstic and endokarstic processes, which explain the geochemical and morphological phenomena that have given rise to these cavities.

This study presents the results of a speleological work performed to the cavern of the Eccehomo Hill, located in the municipality of Chimichagua department of Cesar, concluding that the lithostratigraphic units outside and inside of the cavities are micritic and micritic limestones with fossils that according to the classification of Folk (1974), belong to the Formation Aguas Blancas, of the Cogollo Group. The cavities possess throughout their extension, variety of speleothems, endokarstic process products such as stalactites, moonmilk, castings, flags, sawtooth, found in the walls and ceiling.

**Keywords:** endokarst, speleology, speleothems, lithostratigraphic units.

## 1. INTRODUCCIÓN

La espeleología es una ciencia incipiente en Colombia, vinculada con la geología, cuyo fin es estudiar cavidades naturales, algunas desconocidas

(como en este caso), pero se menosprecia la información geológica y biológica que pueden contener, su importancia en los ecosistemas que las circundan y su aprovechamiento ecoturístico y deportivo.

En el departamento del Cesar, en los años 2011 y 2012 se realizaron estudios a cavidades subterráneas en el municipio de Manaure y cercanías del municipio de Becerril. El Semillero de Investigación Geológico Minero (SIGEM) fue el encargado de llevar a cabo esta investigación, en la cual se determinaron las unidades litoestratigráficas de esas cavernas. (Carrillo, Pavajeau & Rojas, 2011; Vides, 2012).

Se tiene conocimiento de la existencia de cavernas naturales en el municipio de Chimichagua, departamento del Cesar, en el cerro Ecce homo. Estas cavidades se encuentran asociadas a rocas sedimentarias carbonatadas, que sufren disolución química y erosión mecánica generando procesos kársticos.

Estas rocas pertenecen a la Formación Aguas Blancas del Grupo Cogollo. Litológicamente esta unidad se encuentra constituida por calizas grises a cremas, masivas, con venas de calcitas, fosilíferas, dismicriticas y biomicriticas, con delgadas intercalaciones de lutitas de pocos centímetros de espesor. En la sección media de la secuencia estratigráfica, en la entrada de la caverna, se tomaron muestras de rocas para su respectivo análisis facial y petrográfico, determinándose así su origen y procesos geológicos que influyeron para la existencia de la caverna.

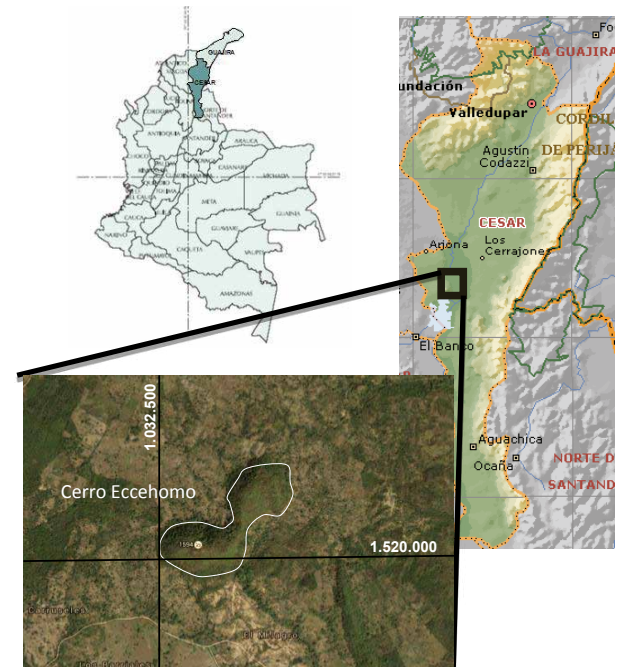
Adicionalmente se adelantó una exploración de campo en el cerro Ecce homo que permitió describir los diferentes espeleotemas presentes, geología y topografía.

## 2. LOCALIZACIÓN

El área de estudio se encuentra en jurisdicción del municipio de Chimichagua, Cesar, ubicado en el suroccidente de la subregión central del departamento del Cesar, con clima entre seco y húmedo tropical.

El municipio limita al norte con el municipio de Astrea, al sur con los municipios de Tamalameque y Pailitas, al oeste con el municipio de El Banco, Magdalena y al este con los municipios de Chiriguana y Curumaní. (Figura 1).

El estudio espeleológico se realizó en el cerro Ecce homo en la ubicación geográfica, de datum MAGNA-SIRGAS, norte: 1.520.108, este: 1.032.602. Coordenadas correspondientes a la entrada de la caverna, a 5,7 km al noreste del municipio de Chimichagua.



**Figura 1.** Localización del área de estudio.

Escala: 1: 100.000

**Fuente:** Google Earth

## 3. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en varias etapas, primero se ejecutaron búsquedas (recopilación y revisión) de la información relacionadas con el sector de interés, así como sobre procesos cársticos y caracterización de espeleotemas.

Luego se hizo la adquisición de la carta topográfica 47-IV-C del IGAC, la cual comprende el área de investigación empleada en el reconocimiento de campo y georeferenciación de los datos obtenidos; posteriormente se procedió a hacer una exploración geológica de superfi-

cie, que permitió la caracterización de las unidades litoestratigráficas del sector aledaño a las cavernas.

En campo se muestrearon las rocas para análisis petrográfico (macroscópica y microscópicamente), con el fin de determinar el ambiente de formación de las rocas; se llevó a cabo un levantamiento topográfico con el método planimétrico de triangulación, acompañado de un estudio descriptivo de las mismas.

Se determinaron los procesos geológicos que influyen en el origen y la formación de la caverna, caracterización e identificación de los espeleotemas presentes.

#### 4. GEOLOGÍA

En el contexto regional, el área de estudio se encuentra enmarcada en la región planicie del Cesar, corresponde a la parte plana y semiplana rellenada por sedimentos de edad Pleistocena y Holocena. El cerro Eccehomo se encuentra ubicado sobre la Formación Cogollo, la forma sobresaliente es de forma alargada con alturas que oscilan entre los 50 m a los 150 m.s.n.m. (Fig. 2).

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en el municipio de Chimichagua, son:

##### 4.1 Complejo intrusivo–extrusivo (Jlg- v)

Constituido por una roca ígnea intrusiva cuarzdiorítica de composición ácida, compuesta principalmente por cuarzo, plagioclasas y feldespatos alcalinos (ortoclasa), moscovitas como mineral accesorio, de textura fanerítica. Esta unidad se encuentra cubierta de manera discordante por sedimentos cuaternarios (Rojas & Ortega, 2005).

##### 4.2 Unidad La Quinta Volcanoclástica (Jqv)

Se caracteriza por una geomorfología abrupta de altas pendientes. Su edad se ha definido como Triásico–Jurásico. Está constituida por tobas cristalínolíticas, lodolitas y arenitas, cubiertas por una alternancia de arenitas tobáceas, lodolitas y arenitas rojo grisáceo, seguidas por arenitas intercaladas con arenitas tobáceas y lodolitas. La edad se ha establecido indirectamente con base en sus relaciones estratigráficas, ubicándola en el Jurásico medio, aunque podría extenderse hasta el Jurásico superior

y se correlaciona con la Formación Noreán, (Rojas & Ortega, 2005; Forero, 1972; Clavijo et al., 1997).

##### 4.3 Grupo Cogollo (Kc)

Grupo constituido por dos unidades, a saber: Cogollo inferior, Formación Lagunita, compuesta por calizas masivas, calizas arenosas y areniscas carbonatadas con una edad Barremiano–Aptiano; y Cogollo superior, Formación Aguas Blancas, que consta de caliza finas estratificadas, con limolitas y lutitas, de edad Aptiano–Cenomaniano (Garner, 1926; Sutton, 1946; Miller, 1960; Goveas & Dueñas, 1975).

Las rocas aflorantes en el cerro Ecce Homo, donde se localiza la caverna del mismo nombre, hacen parte de la secuencia estratigráfica de la Formación Aguas Blancas.

##### 4.4 Sedimentitas de Arjona (Tpa)

Corresponde a pequeñas elevaciones o colinas, constituida por areniscas de grano fino a medio, poco cementada, una arenisca cuarzosa de grano fino, matriz limosa, color amarillento a crema, poco cementada, con bandas silíceas estratificadas y láminas de minerales (hierro) y arenisca de matriz limosa, conglomerática con cantos que van desde 20 cm a 4 cm de diámetro, de coloración amarillenta a violácea (Rojas & Ortega, 2005).

Se le asigna una edad Plioceno a Pleistoceno asociada a la denominada Fosa de Ariguaní que se localiza al oeste y sur de Arjona.

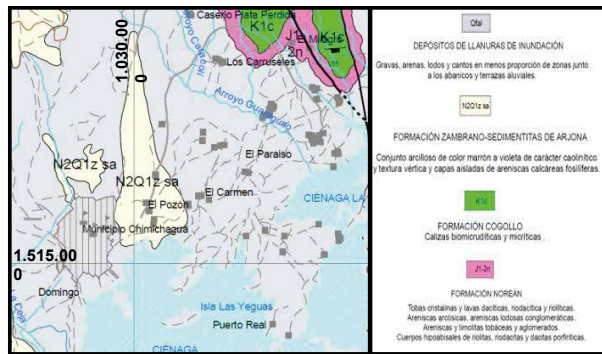
##### 4.5 Formación Zambrano (Nz)

El término Capas de Zambrano fue introducido por Weiske (1938), para referirse a una secuencia de areniscas calcáreas con bancos fosilíferos, aflorantes en los alrededores de los municipios de Carmen de Bolívar y Zambrano, en el departamento de Bolívar, (Duque-Carro et al., 1991). Surgen en el piedemonte de la Sierra Nevada, y parte occidental del departamento del Cesar, como cuerpos aislados que se han incluido dentro de las denominadas Sedimentitas de Arjona descritas por Tschanz, Jimeno y Vesga (1969), para la Sierra Nevada de Santa Marta.



#### 4.6 Depósitos recientes

Corresponden a los sedimentos más recientes acumulados por las corrientes en la zona plana y semiplana; su expresión morfológica es una superficie horizontal (plana) donde sus componentes son observables en los cortes de ríos y quebradas. Estas unidades presentan una geomorfología de pequeñas planicies, ondulaciones y colinas.

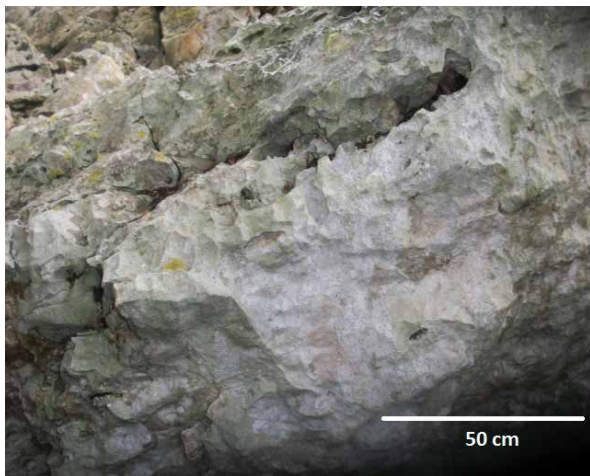


**Figura 2.** Mapa geológico sector Chimichagua.

**Fuente:** Ingeominas & UIS (2006).

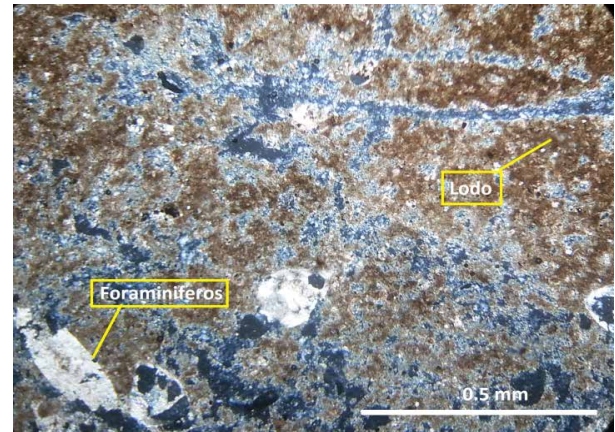
### 5. ANÁLISIS PETROGRÁFICO

Macroscópicamente, estas rocas corresponden a una caliza de color gris moteado, compacta, con presencia de óxido de hierro, materia orgánica y venillas de carbonato recristalizada (Fig. 3).

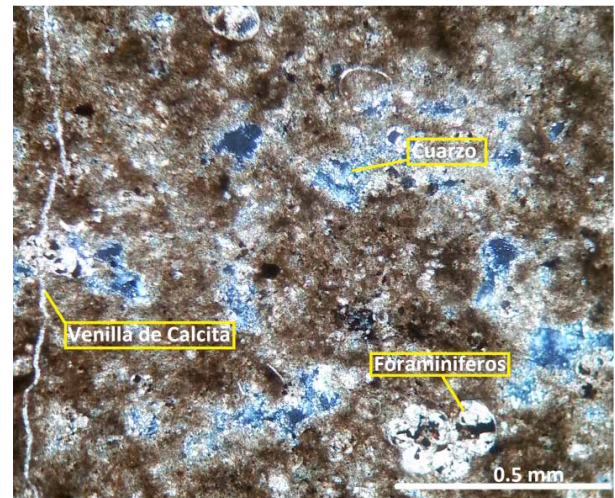


**Figura 3.** Macizo rocoso carbonático, fosilífero, perteneciente a la Formación Aguas blancas.

Microestructuralmente presenta lodo calcáreo, masivo y de coloración parda, rico en materia orgánica. Muestra en general aloquemas fósiles (>10 %) y algunos cristales de cuarzo (<10 %). Se observan algunas venillas muy delgadas, compuestas de carbonatos que cortan la roca. En general, la matriz lodosa es de coloración parda, debido al contenido de materia orgánica en la muestra (Figs. 4 y 5).



**Figura 4.** Fotomicrografía en la que se observa lodo calcáreo micrita con abundante materia orgánica y fósiles.



**Figura 5.** Fotomicrografía en la que se pueden observar foraminíferos en matriz lodosa, con venilla de carbonatos.

A partir de la interpretación de la sección delgada, se puede establecer que el miembro Aguas Blancas del Grupo Cogollo, en este sector se depositó en un ambiente marino somero, debido a la presencia de foraminíferos que indican una profundidad no mayor a la de doscientos metros (200 m). Las venillas rellenas por caliza

recristalizada evidencian que la cuenca estuvo sometida a esfuerzos tectónicos, que generaron un levantamiento y variaciones del nivel del mar, pasando a un ambiente costero de cuenca restringida, y por esta razón se explica la presencia de óxidos de hierro. Estos esfuerzos tectónicos ocasionaron que la cuenca tuviera un aporte continental (cuarzo, materia orgánica, circón, rutilo).

A partir del análisis petrográfico, la roca texturalmente se clasifica, según Folk (1962), como una calcarenita; según Dunham (1962), como una Wackestone; y composicionalmente como una micrita con fosiles e intraclastos, según Folk (1974).

## 6. DESCRIPCIÓN DEL CERRO ECCE HOMO

### 6.1 Fisiografía

El cerro Ecce Homo es un cuerpo alargado de dirección noreste con una longitud aproximada de 1.450 m. Se constituye en la máxima elevación del sector con alturas que van desde los 50 m hasta los 150 m, se encuentra ubicado en un clima de bosque seco tropical, con sustrato pedregoso, abundante roca caliza expuesta, cantos rodados, numerosas grietas y suelo franco-arcilloso de color pardo y con menos de 10cm de profundidad, pendiente entre 30-80 %. El microclima en general es muy seco, la vegetación en la estación seca pierde casi todas las hojas y en época de lluvias reverdece. Hábitat expuesto a constante extracción de roca para construcción, quemas regulares que se extienden sin control algunas veces, entrada de ganado constante, algunas áreas de bosque en proceso de derrumbamiento en sus alrededores y erosión por la pendiente (Medina, 2011).

### 6.2 Descripción de la caverna

Es una caverna inactiva, en sus paredes se pueden observar “banderas”, huellas de corrientes, forma elipsoidal y en algunas secciones colapso parcial. Presenta forma arqueada que evidencia que el origen de esta cavidad se debió a una precipitación que ejerció una erosión fluvial, de circulación forzada por la presión hidrostática. A través de las diaclasas y cambios de porosidad se observa un rompimiento parcial del techo y estrechez de la galería secundaria en algunos sectores; también tiene concentración de agua que genera erosión en las paredes, llamada golpes de gubia. En el suelo se aprecia una sedimentación, por proceso graviclástico.

Al lado izquierdo, en la entrada que conduce al punto llamado el ciego, de una longitud de 5 m, se encuentran a nivel de piso limos, 2 m más adelante se llega al paso de El Enano con espeleotemas de columna de 40 cm y una serie de estalactitas de longitud de 6 cm. A lado derecho se localiza el salón del Ecce homo con una longitud de 4 m por donde afloran estalactitas al lado izquierdo, con una longitud de 6 cm. En las esquinas del salón, exactamente a 2,5 m de cada una se hallan las estalactitas, luego a 2 m se observan grandes desprendimientos de material, y al fondo se detallan dos estalactitas de igual longitud, con 5 cm cada una.

En la pared se encuentran cúpulas de disolución, (solution pockets). Se ingresa inmediatamente a la galería principal, llamada El Gran Cañón, donde se encuentran espeleotemas parietales de bandera, de 4 m de alto. En el piso hay escombros de roca, por el proceso de erosión. Cuenta con dos entradas secundarias y una principal.

En el Gran Cañón se distinguen desprendimientos de bloques y materia orgánica, se observan vetas de cuarzo y calcita en una zona amplia. El piso tiene escombros, y en el techo se confirma la presencia de agua y pequeñas estalactitas.

En la zona del pasillo que tiene 4 m de altura, se aprecia leche de luna (moonmilk), constituida por calcita, es muy pobre en espeleotemas, cuenta con pequeñas estalactitas de 2cm a 6 cm de largo, cuyo proceso de formación se ha interrumpido debido al intemperismo.

Al final de la cavidad se encuentra un pasillo que inicia como una entrada pequeña que se va ensanchando progresivamente, allí se observan pequeñas estalactitas de 4 cm de longitud y dientes de sierra, rocas erosionadas al nivel del piso con presencia de limos y arcillas El pasillo se amplía continuando unos de 15 m, con presencia de espeleotemas como dientes de sierra y Gours al nivel de la pared; más adelante hay una zona estrecha que luego se reduce a una zona de 1,80 m de altura. Esta zona une al pasillo del salón de La Piragua que posee unos 4 m de altura con el salón La Colada, que tiene 1,20 m de ancho. En esta sección hay un biotopo para murciélagos, cucarachas y escarabajos. Se aprecian limos y no hay más continuidad. (Fig. 6).

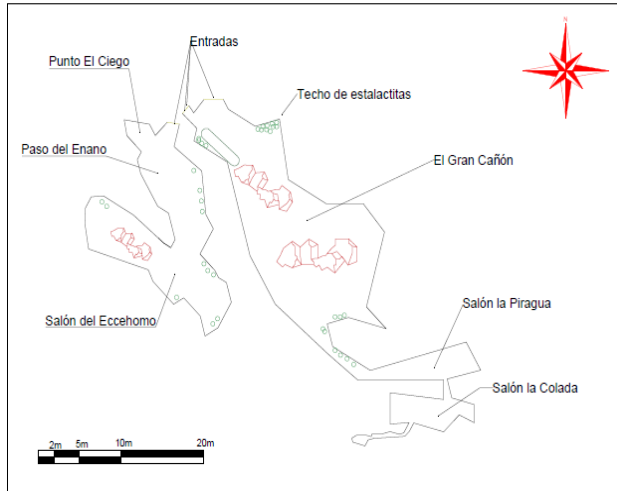


Figura 6. Representación topográfica de la caverna Ecce homo.

## 7. ESPELEOTEMAS

Los espeleotemas geofomas cársticas se clasifican de acuerdo con su localización, en *cenitales*, si se ubican en el techo, *pavimentarias* en el piso y *parietales* en las paredes. En la caverna del cerro Ecce homo se encontraron dos tipos de espeleotemas, siendo los parietales los más abundantes.

### 7.1 Espeleotemas cenitales

#### 7.1.1 Estalactitas

Tienen forma cónica parecida a un pedazo de hielo, y cuelgan del techo de la cueva. En la cueva del cerro Ecce homo, las estalactitas están compuestas de carbonato cálcico. La forma, el tamaño, la composición y la textura superficial de una estalactita dependen de muchos factores: caudal de goteo, circulación de aire, pérdida de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), evaporación, humedad, temperatura, concentración del agua, presión hidrostática, etc. (Fig. 7).

7.1.2 Leche de luna (Moonmilk). Es producto de la reacción de sustancias microcristalinas como calcita, aragonito, hidromagnesita, huntita, dolomita. Se encuentra de color blanco cuando está **húmedo**, tiene aspecto viscoso, su origen es subaéreo o cenital, la leche de luna puede originarse de muchas formas, pero la teoría más aceptada es que este espeleotema precipita directamente a partir del agua subterránea (como una estalactita o una estalagmita), pero, por alguna razón que se desconoce, los cristales del depósito nunca aumentan de tamaño.

Algunos depósitos tipo leche de luna presentan una influencia biológica en su formación, debido a que es la actividad metabólica de determinados microorganismos, principalmente actinomicetos, la causa de unas condiciones microambientales locales que permiten la precipitación del mineral, que en la caverna está constituido por calcita.



Figura 7. Espeleotemas cenitales (estalactitas).

### 7.2 Espeleotemas parietales

7.2.1 Depósitos en dientes de sierra (sandsicles). Esta formación presente en la caverna no supera los 2 m, el color es blanquecino, muy alcalino. La génesis del espeleotema parece estar relacionada con un depósito de colada rico en arena y limos (Fig. 8A).

7.2.2 Columnas. En muchas ocasiones, una estalactita se une con la correspondiente estalagmita y forman una columna. El goteo interno se interrumpe y el agua que resbala por las paredes es la que irá dando forma a las columnas. En la caverna, las columnas no superan una altura de 40 cm.

7.2.3 Coladas. Se trata de depósitos situados en capas que toman la forma de la roca subyacente. Los cristales crecen perpendicularmente a la superficie de la colada.

Cuando una delgada película de agua fluye sobre una superficie amplia, se produce la pérdida de dióxido de carbono y la precipitación del material carbonatado sobre la superficie. (Fig. 8B).

7.2.4 Gours. Son una especie de diques que se forman sobre una pendiente por la que circula un flujo laminar



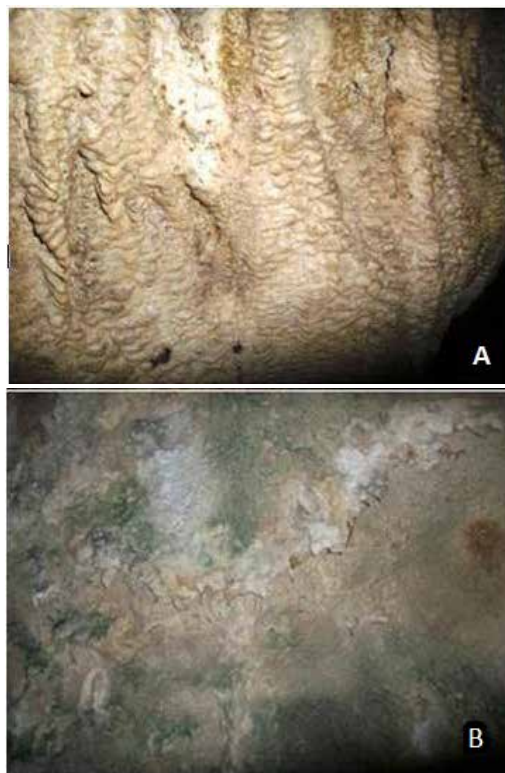
de agua o en el borde de charcos de agua poco profundos. Se orientan en ángulo recto con respecto a la dirección del flujo de agua. Su génesis requiere un grado determinado de pendiente, al menos un flujo laminar de agua semicontinuo y la existencia de irregularidades en el techo por las que se desplaza el agua. La tensión superficial del agua causa la cristalización de la calcita en la interface de agua/aire/roca. (Fig. 9A).

7.2.5 Bandera. Con forma ondulada que pende de los techos inclinados o desde las paredes de la cueva. En la caverna del cerro Ecce homo existen banderas tipo beicon de color verde. La formación de las banderas va ligada a dos procesos hídricos: flujo y goteo de agua. Al principio, el crecimiento de la bandera es casi en línea recta, con agua que fluye hacia abajo a lo largo de una superficie rocosa inclinada.

Pequeñas ondulaciones en la roca causan que la bandera se vuelva ligeramente curvada, siendo preferente el depósito de mineral en el límite exterior de cada segmento curvo. (Fig. 9B).



**Figura 8.** Espeleotemas parietales. A) Depósitos en dientes de sierra. B) Coladas.



**Figura 9.** Espeleotemas parietales. A) Gours. B) Bandera.

## 8. CONCLUSIONES

Las rocas presentes en el exterior e interior de la caverna corresponden a calizas, micrita con fósiles e intraclastos (Folk, 1974). Pertenecen a la Formación Aguas Blancas, la cual está contenida dentro del Grupo Cogollo.

Estas cavidades poseen en toda su extensión variedades de espeleotemas, como son las estalactitas, leche de luna (moonmilk), coladas, banderas, dientes de sierra y pequeñas columnas, que se encuentran en sus paredes y techo. En ellas habitan colonias de murciélagos, ratones, arañas, cucarachas, entre otros, que podrían ser especies endémicas de la zona y nutrir la biodiversidad de Colombia.

El análisis facial obtenido a partir del estudio petrográfico sugiere, sin ser concluyente, la probabilidad de que la Formación Aguas Blancas del Grupo Cogollo, en este sector se depositara en un ambiente marino somero de plataforma, debido a la presencia de foraminíferos que indicarían una profundidad no mayor a la de doscientos metros (200 m). Las venillas rellenas por caliza

recristalizada evidencian que la cuenca muy probablemente estuvo sometida a esfuerzos tectónicos, que generaron un levantamiento y variaciones del nivel del mar, pasando a un ambiente costero de cuenca restringida, y por estas razones la presencia de óxidos de hierro. Estos esfuerzos tectónicos ocasionaron que la cuenca tuviera aporte continental (cuarzo, materia orgánica, circón, rutilo).

La génesis de la caverna está relacionada con las filtraciones de aguas cargadas con dióxido de carbono. Esta mezcla forma ácido carbónico, el cual reacciona con el carbonato de calcio, que es el principal componente de la caliza. Este proceso fue ampliando las fisuras presentes en el macizo rocoso hasta darle la forma que tiene en la actualidad. En el piso de la caverna se encuentran sedimentos de limos. Este material es impermeable, motivo por el cual se concluye que la intercalación de las lutitas con los estratos de caliza, impidió la continuación del descenso del ácido carbónico filtrado a través de las fisuras. Al encontrarse con esta roca impermeable, el ácido carbónico empieza a desplazarse horizontalmente, formando las cuatro galerías y los tres pasos que se encuentran allí en la actualidad.

## 9. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Semillero de Investigación Geológico Minero SIGEM de la Fundación Universitaria del Área Andina, por el apoyo brindado en la realización del proyecto, y a nuestras familias, por su comprensión y paciencia, así como por el ánimo que nos infundieron para la culminación de esta investigación.

## 10. REFERENCIAS

- Carrillo, A., Pavajeau, H. & Rojas, E. (2011). Estudio geológico de la caverna sabana de león, municipio de Manaure, serranía del Perijá, Cesar. *Revista Agunkuya*, 1(1), 2027-9574.
- Clavijo, J. et al. (1997). Mapa geológico de la plancha 75, Aguachica. Bucaramanga: Ingeominas.
- Dunham, R.J. (1962). *Clasificación de las rocas de carbonatos de acuerdo a la textura de deposición*. En W.E. Jamon (ed). Asociación Americana de Geólogos de Petróleo.
- Duque-Caro et al. (1991). A reply to: On planktonic foraminiferal zonation in the Tertiary of Colombia. *Estados Unidos Micropaleontology*, 17, 365–368.
- Forero, A. (1972). Estratigrafía del Precretácico en el flanco occidental de la Serranía de Perijá. *U. Nal. Geol. Col*, (7), 7-78.
- Garner, A. H., (1926). Suggested nomenclature and correlation of geological formations in Venezuela. *Amer. Inst. Min. Metall. Eng., Trans*, 677-684.
- Goveas, C. & Dueñas, E. (1975). *Informe geológico de la cuenca del río Cesar*. Colombia: Ecopetrol.
- Folk, R. L., (1962). Clasificación de las rocas de carbonatos de acuerdo a las proporciones relativas de los tres constituyentes básicos: granos (aloquímicos), matriz micrítica y cemento, esparítico (ortoquímicos). *Boletín Asociación Americana de Geólogos del Petróleo*, 43.
- Folk, R.L. (1974). *Petrology of sedimentary rocks*. Austin Tex: Hemphills. 170 p.
- Ingeominas & UIS. (2006). *Cartografía geológica de 9.600 KM2 de la Serranía de San Lucas: planchas 55 (El Banco), 64 (Barranco de Loba), 85 (Simiti) y 96 (Bocas del Rosario), aporte al conocimiento de su evolución geológica, memoria explicativa, Plancha 55 El Banco, sur del departamento de Bolívar y Cesar*. Bogotá: Ingeominas.
- Medina, R. (2011). Diversidad alfa y beta de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59(2).
- Miller, J. (1960). Directrices tectónicas en la Sierra de Perijá y partes adyacentes de Venezuela y Colombia. *Bol. Geol. Minis. Min. Hidroc., Publ. Esp.* (3), *Mem. 3 Congr. Geol.*, 2, 685-718.
- Rojas, E. & Ortega, C. (2014). Exploración geoquímica de los recursos auríferos en el sector de Saloa (Chimichagua), Cesar. *Revista Ingenium*, 8(20), 27-38.



Sutton, F. A. (1946). Geology of Maracaibo basin, Venezuela, *Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull.*, 30(10), 1621-1741.

Tschanz, C.M., Jimeno, A. & Vesga, C. (1969). *Geology of the Sierra Nevada de Santa Marta area (Colombia)*. Colombia: Instituto de Investigaciones e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear. 288 P.

Vides, F. (2012). *Estudio bioespeleológico de la caverna El Diablo en Becerril, departamento del Cesar*. Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería de Minas, Fundación Universitaria del Área Andina. Valledupar, Colombia.

Weiske, F. (1938). Estudio sobre las condiciones geológicas de la Hoya del Río Magdalena. *Comp. Est. Geol. Ofic. Colombia*, t. 4, 15 124.