

# ¿EXISTIÓ VULCANISMO CENOZOICO EN LA SABANA DE BOGOTÁ?

Pedro Patarroyo<sup>1</sup>, Roberto Terraza Melo<sup>2</sup>

## Resumen

**Patarroyo, P., R. Terraza Melo:** ¿Existió vulcanismo cenozoico en la Sabana de Bogotá? Rev. Acad. Colomb. Cienc. **35** (137): 473-484, 2011. ISSN 0370-3908.

En la Cordillera Oriental de Colombia se han identificado y descrito diferentes edificios volcánicos sub-recientes, pero teniendo en cuenta la publicación de **Galvis *et al.*** (2006) sobre el vulcanismo cenozoico de la Sabana de Bogotá, que hace referencia a calderas volcánicas, ignimbritas, riolitas, brechas de explosión y de chimenea, lahares y cenizas volcánicas, aquí, en este escrito se pretende dar claridad y hacer precisiones sobre la realidad geológica de la zona, ya que con base en visitas de campo, secciones delgadas, análisis de difracción de rayos X, fósiles, fotografías aéreas y revisión de abundante material bibliográfico se muestra que no hay argumentos para aceptar la existencia del vulcanismo propuesto.

**Palabras clave:** vulcanismo cenozoico, Sabana de Bogotá, Colombia.

## Abstract

Along the Colombian Eastern mountain range different recent volcanic structures have been identified and described. **Galvis *et al.*** (2006), in their paper about the Cenozoic volcanism in the Sabana de Bogotá, report the presence of volcanic calderas, tuffs, rhyolites, lahars, volcanic ash, etc. This paper pretends to give clarity and make precisions about the geologic reality of the area, because based on field trips, thin sections, analysis of X-ray diffraction, fossils, aerial photographs and extensive review of bibliographic material it is shown that there are not arguments to accept the existence of such proposed volcanism.

**Key words:** cenozoic volcanism, Sabana de Bogotá, Colombia.

<sup>1</sup> Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Cra. 30 N. 45-03. Bogotá, Colombia, Correo electrónico: pcpatarroyog@unal.edu.co

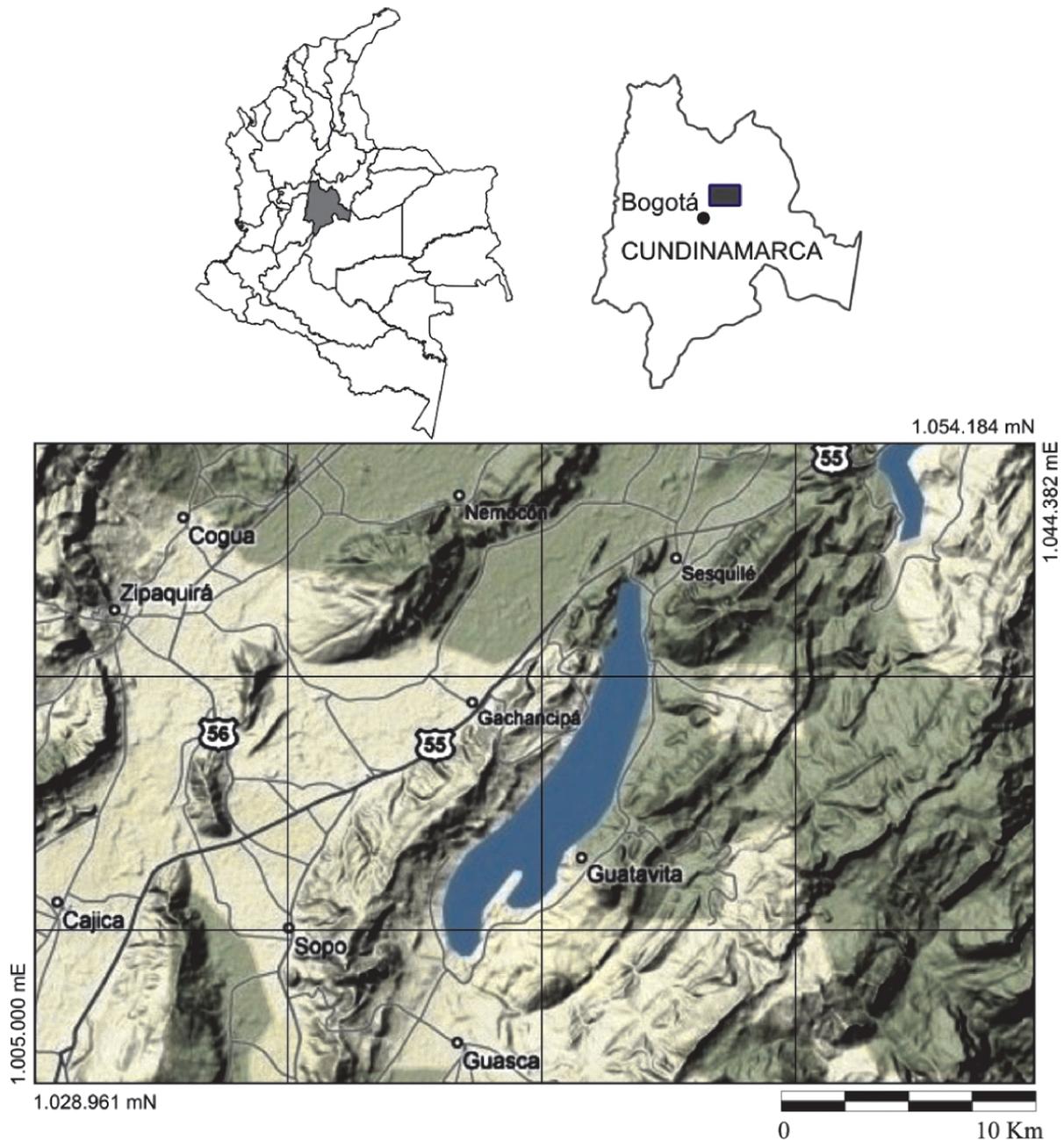
<sup>2</sup> Servicio Geológico Colombiano. Dg. 53 No. 34-53, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: rterrazam@ingeminas.gov.co

## Introducción

Con base en la publicación de Galvis *et al.* (2006) se introduce una geología novedosa para el altiplano de Cundinamarca en relación con un vulcanismo cenozoico, por lo que se espera claridad y contundencia en los argumentos que demuestren esta nueva propuesta. No obstante, de la lectura de este artículo se deduce que no existen

trabajos geológicos del área mencionada, pues solo se utilizan dos referencias bibliográficas; adicionalmente, las ilustraciones, la geología, las citas geográficas y su localización aparecen vacilantes y ambiguas.

Para el área Nemocón, Gachancipá, Sesquilé, Sopó, Guatavita y Guasca (Fig. 1) se pueden tener dos interpretaciones geológicas: Una que se fundamenta en la reconocida



**Figura 1.** Localización geográfica del área de Nemocón, Gachancipá, Sesquilé, Sopó, Guatavita y Guasca al noreste de la Sabana de Bogotá. En la parte central se localiza el Embalse de Tominé (Tomado y modificado de [www.maps.google.com](http://www.maps.google.com)).

estratigrafía de la Sabana de Bogotá (**Hubach 1957, Van der Hammen 1957**) con base en la cual se elaboró el mapa geológico del cuadrángulo K11-Zipacquirá (**McLaughlin & Arce 1975**), el mapa del Neógeno-Cuaternario de la Sabana de Bogotá y cuenca alta del río Bogotá (**Helmens & Van der Hammen 1995**), y recientemente la plancha 209-Zipacquirá (**Montoya & Reyes 2003**) y el mapa geológico de la Sabana de Bogotá (**Montoya & Reyes 2005**), o la interpretación de **Galvis et al.** (2006) donde se propone un vulcanismo cenozoico sin datos contundentes.

### Antecedentes

De tiempo atrás es conocido que en diferentes sectores de la Cordillera Oriental existen intrusiones básicas subvolcánicas que afectan rocas sedimentarias del Mesozoico (**Fabre & Delaloye 1982, Moreno & Concha 1993, Vásquez et al. 2000, Navarrete et al. 2002, Moreno-Murillo et al. 2004, Vásquez & Altenberger 2005**); y cuerpos volcánicos y registros de actividad volcánica del Cenozoico (**Scheibe 1938, Renzoni 1983, Ulloa et al. 1973, Hernández & Osorio 1990, Ujueta 1991, Romero & Rincón 1992, Ujueta et al. 1992, Ulloa et al. 2001, Velandia 2003, Pardo 2004, Pardo et al. 2005a,b, Jaramillo et al. 2005, Schonwalder 2007**). Además, dentro de la estratigrafía de la Sabana de Bogotá (**Dueñas 1986, Helmens 1988, 1990, Andriessen et al. 1993, Helmens & Van der Hammen 1994, 1995, Helmens et al. 1997, Toro et al. 2003, Espitia & Hormaza 2004**) se cuenta con niveles volcánicos cuya proveniencia no ha sido reconocida y que se podrían interpretar como procedentes de los volcanes de la Cordillera Central.

La dinámica de los edificios volcánicos de la Cordillera Central demuestra que sus materiales pueden distribuirse por amplias zonas de Colombia y países vecinos, tal como lo indica **Eslava (1985, 1993)**. De igual manera **Jaramillo et al. (2005)** hacen referencia a la mezcla de materiales volcánicos de las cordilleras Central y Oriental en depósitos volcánicos sub-recientes del altiplano, lo cual demanda un trabajo estratigráfico apoyado en geoquímica y dataciones radiométricas para determinar las áreas fuente de los materiales. Sobre la carretera central del norte, en el sector de Tierra Negra cercano a Ventaquemada (Boyacá), **Jaramillo et al. (op. cit.)** en depósitos sub-recientes, relacionan 10 ciclos con presencia de vidrio volcánico de tobas y con base en análisis geoquímicos determinan similitud con el material del sector de Olitas en Paipa. Afirman que este material volcánico efusivo, sub-reciente, se encuentra distribuido sobre el altiplano Cundi-boyacense principalmente entre Tunja y Paipa, desde luego que en algunos sitios hay clara presencia y acumulaciones de cenizas

volcánicas entre 20 y 40 m de espesor, mientras que en otros sectores no existe registro ya sea por condiciones topográficas o por erosión. Así que no tendría nada de extraño la presencia de este tipo de material en regiones de Cundinamarca pero con espesores muy delgados y con una posible fuente en los focos volcánicos de Iza o Paipa (Boyacá).

### Argumentación

**Galvis et al. (2006, p. 496)** indican que “*El Cretáceo tardío está representado por espesos depósitos de areniscas, los cuales parecen evidenciar un proceso regresivo, con intercalaciones de porcelanitas (las cuales recibieron la curiosa denominación de Plaeners), en las cuales se presentan niveles de un claro carácter tobáceo, intercaladas con sedimentos silíceos de origen biogénico, los cuales parecen haberse originado en un ambiente costero lagunar con abundante sílice en solución, de origen volcánico. No se conocen las fuentes del material tobáceo. El primer autor que insinuó la presencia volcánica en los Plaeners fue Bürgl (1959). La secuencia litológica anterior se ha denominado Formación Guadalupe.*” Con esta cita se induce al lector, sin ninguna evidencia, a creer que las porcelanitas, liditas o lodolitas silicificadas del Cretácico de la Formación Plaeners del Grupo Guadalupe (ver **Pérez & Salazar, 1978**) tienen origen o influencia volcánica. Por otro lado se descontextualiza a **Bürgl (1959)** que simplemente hace mención a “liditas de origen volcánico” (**Bürgl op. cit.**, p. 98) cuando se refiere a las facies y clasificaciones litológicas de los sedimentos cretáceos de la Cordillera Oriental sin precisar ninguna unidad litológica en particular; evidentemente tampoco se puede negar la existencia de niveles de origen volcánico intercalados en la secuencia cretácea, de hecho **Villamil (1998, p. 167)** y **Villamil & Arango (1998, p. 143)** reportan la presencia de varias capas centimétricas y milimétricas de ceniza volcánica o bentonitas preservadas en depósitos del límite Cenomaniano-Turoniano y que se utilizaron para correlacionar secciones, no obstante, estos autores consideran que estas cenizas debieron haber sido transportadas por largas distancias, por vía oceánica y atmosférica, antes de ser depositadas. Adicionalmente, **Villamil et al. (1999)** plantean la hipótesis de la gran influencia de las corrientes de surgencia durante el Cretácico para explicar la silicificación en conjunto con la ocurrencia de fosforitas, asociación que es común en diferentes unidades litoestratigráficas de Colombia y Venezuela, lo cual no necesariamente tiene relación con fuentes volcánicas. Más adelante el artículo de **Galvis et al. (2006, p. 501)** menciona “*Por otra parte, en varias localidades las ignimbritas*

han sido confundidas con los Plaeners”, lo cual es una conclusión errónea sin ningún sustento ni argumentación.

**Galvis et al.** (*op. cit.* p. 501) en el capítulo “Posibles dimensiones del vulcanismo cenozoico en la Sabana” afirman “Como se mencionaba anteriormente, la Formación Bogotá corresponde a depósitos piroclásticos, argilizados o no. La Formación Tilatá equivale a lahares y flujos de detritos derivados de las piroclastitas.” En otra parte del texto citan (**Galvis et al.** *op. cit.*, p. 496) “A los sedimentos mencionados les sobre-yace lo que se ha denominado Formación Bogotá, la cual, debido a la ausencia de fósiles ha sido datada de manera indirecta, deduciendo su edad por correlación con las formaciones subyacentes. Su descripción litológica varía dependiendo de las localidades que han estudiado los diferentes autores, los cuales coinciden en describirla como un material rojizo, de grano más grueso en su base y más arcilloso en su parte superior. La Formación Tilatá, que la suprayace, ha sido considerada como la última fase en el relleno o aporte de detritos hacia el altiplano de la Sabana. La identificación del vulcanismo reciente permite entender que estas dos formaciones corresponden a depósitos piroclásticos y sus derivados, temas que se discuten en el presente artículo.” Y más adelante (**Galvis et al.** *op. cit.*, p. 499) citan “f. Lahares se encuentran al sur de la quebrada La Viuda, en el flanco oriental de la serranía de Fetibré, y en inmediaciones de la población de Sesquilé, donde aparecen identificados en la cartografía geológica publicada como Formación Tilatá. En algunos sectores, en especial en las brechas, se encuentran escorias.”, y así de esta manera nuevamente se induce a los lectores a creer en vulcanismo del cenozoico sin ningún sustento sólido. En Sesquilé diferentes autores como **McLaughlin & Arce** (1975), **Helmens** (1990), **Helmens & Van der Hammen** (1995), **Espitia & Hormaza** (2004) y **Montoya & Reyes** (2005) reconocen material sedimentario de la Formación Tilatá y nunca lahares. Con trabajo de campo y análisis serios como la difracción de rayos X, **Quinche** (2005) encuentra una serie de minerales como cuarzo, feldespato, caolinita, esmectita, clorita e illita en muestras de la Formación Bogotá, del mismo modo **Espitia & Hormaza** (2004) también refieren la presencia de esmectita y de fragmentos volcánicos a partir de la petrografía de muestras de la Formación Tilatá. La presencia de esmectita y de fragmentos volcánicos dentro de sucesiones sedimentarias no es un argumento para indicar la cercanía o lejanía de fuentes volcánicas, ya que se puede estar frente a material retrabajado o redepositado.

**Galvis et al.** (2006, p. 501, 502) en el aparte de conclusiones indican “Durante el Cenozoico tardío, en el ambi-

to geográfico de la Sabana de Bogotá, tuvo lugar un evento magmático de notables dimensiones, con actividad efusiva profusa. Tiene notables similitudes con el episodio volcánico identificado en el centro de Boyacá, tanto en las características de la actividad efusiva, como en su composición petrográfica. Todo parece indicar que el área de influencia en la Sabana es mayor y alcanzó a extenderse al valle de Ubaté.” y “El presente artículo no pretende agotar el tema; solamente está indicando la necesidad de una revisión de los estudios geológicos de la Sabana de Bogotá y con esto conocer las implicaciones de la actividad magmática en relación con los suelos, su interacción con los diapiros salinos de la Sabana, y en especial la mutua interacción química y la influencia del magmatismo en la calidad de los carbones del Altiplano Cundi-boyacense. También abre la posibilidad de hallazgos de mineralizaciones hidrotermales en la Sabana de Bogotá.”, con esto nuevamente los autores sacan deducciones que no fueron discutidas dentro del texto en ninguno de los apartes.

### Excursión

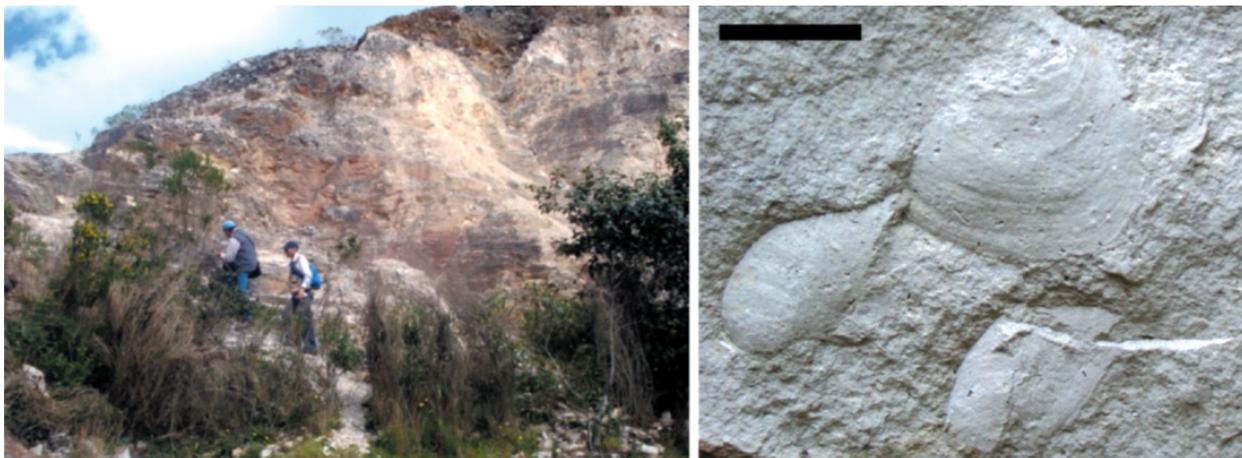
Dada la expectativa que genera la publicación de **Galvis et al.** (2006), la Sociedad Colombiana de Geología y la Sociedad Colombiana de Geotecnia organizaron el día 23 de septiembre de 2007 una excursión a algunos lugares señalados por **Galvis et al.** (*op. cit.*), en los cuales se debía encontrar la evidencia del vulcanismo.

En unas rocas asignadas a ignimbritas por **Galvis et al.** (*op. cit.*) al NE de Gachancipá se colectaron foraminíferos bentónicos (tipo *Siphogenerinoides*), moldes de bivalvos y restos de peces en lodolitas silicificadas de origen claramente sedimentario (Fig. 2 y 3). Para **McLaughlin & Arce** (1975), **Helmens** (1990), **Helmens & Van der Hammen** (1995) y **Montoya & Reyes** (2005), en este sector afloran rocas sedimentarias de lo que estos autores denominan Formación o Grupo Guadalupe. Allí se encuentran lodolitas muy alteradas en posición subhorizontal de origen marino, que hacen parte del Anticlinal Sopó-Sesquilé (ver **McLaughlin & Arce** 1975, **Montoya & Reyes** 2005) y que corresponden a parte del Grupo Guadalupe (Fig. 4).

Entre Sopó y Guasca por la vereda El Chuscal, bordeando los cerros Las Águilas, Santuario y de Montenegro, en una primera estación, se visitó una posible caldera volcánica, en donde encontramos intercalaciones de lodolitas con bivalvos y arenitas sin influencia térmica volcánica, en posición subvertical, que según **McLaughlin & Arce** (1975) hacen parte del Anticlinal Sopó-Sesquilé, estructura desarrollada sobre rocas sedimentarias del Grupo



**Figura 2.** Rocas sedimentarias finogranulares del Grupo Guadalupe (izquierda) con restos de peces-opérculos (derecha) correspondientes a lodolitas silicificadas altamente meteorizadas, asignadas erróneamente por Galvis *et al.* (2006) como ignimbritas (N: 1.042.748, E: 1.023.879, Elevación: 2.654 m.s.n.m.).



**Figura 3.** Lodolitas silicificadas de origen marino del Grupo Guadalupe, muy meteorizadas, en posición subhorizontal, que hacen parte del Anticlinal Sopó-Sesquilé, y que según Galvis *et al.* (2006) corresponden a ignimbritas. A la derecha bivalvos incluidos dentro de estos depósitos. Escala gráfica = 1 cm. (N: 1.042.748, E: 1.023.879, Elevación: 2.654 m.s.n.m.).



**Figura 4.** Lodolitas silicificadas de origen marino del Grupo Guadalupe que hacen parte del flanco occidental del Anticlinal Sopó-Sesquilé. Según Galvis *et al.* (2006) corresponden a ignimbritas (N: 1.043.560, E: 1.023.561, Elevación: 2.634 m.s.n.m.).

Guadalupe (Fig. 5 y 6). Más adelante en el recorrido, se reconocieron rocas sedimentarias de grano grueso y fino de la Formación Cacho con estructuras sedimentarias tipo estratificación cruzada en capas con forma lenticular. Para esta área al W de Guasca, hay que hacer mención de la existencia de pliegues y fallas como lo muestran **Espitia & Hormaza** (2004) y **Montoya & Reyes** (2005).

Desde la intersección de la vía Guasca- Guatavita, sitio Cuatroesquinas y hacia el occidente se observó una posible caldera volcánica, geoforma que a lo lejos deja ver planos de estratificación. Desde este mismo punto y hacia el NE se visualizó un cerro con forma cónica que a la distancia bien podría representar un edificio volcánico, pero esta geoforma se genera por el contraste entre

capas sedimentarias finogranulares de la Formación Guaduas y capas sedimentarias de granulometría gruesa de la Formación Cacho (ver **McLaughlin & Arce** 1975 y **Montoya & Reyes** 2005), y que de acuerdo con el mapa geológico esquemático de **Galvis et al.** (2006, p. 499) se trata del cerro Santa Bárbara del Chocho, en donde deberían aparecer lahares.

Abajo del actual pueblo de Guatavita, al occidente, en dirección del embarcadero, se encontraron intercalaciones de lodolitas (muy meteorizadas por lo cual toman coloración rojiza) y arenitas con estratificación cruzada de la Formación Cacho (unidad inequívocamente de origen sedimentario fluvial) que en este sector conforman el flanco oriental del Sinclinal de Sesquilé, en donde se nos indicó



**Figura 5.** Moldes de bivalvos (izquierda) encontrados en lodolitas y arenitas intercaladas del Grupo Guadalupe (derecha) de origen inequívocamente sedimentario, en posición subvertical, que hacen parte del Anticlinal Sopó-Sesquilé. Según **Galvis et al.** (2006) estas rocas hacen parte de una caldera volcánica (N: 1.043.560, E: 1.023.561, Elevación: 2.733 m.s.n.m.). Escala gráfica = 1 cm.



**Figura 6.** Estructuras biogénicas (bioperturbación) encontradas sobre una superficie de estratificación en rocas sedimentarias del Grupo Guadalupe. Según **Galvis et al.** (2006) estas rocas hacen parte de una caldera volcánica (N: 1.043.560, E: 1.023.561, Elevación: 2.733 m.s.n.m.).

la presencia de un inexistente dique de riolita (Fig. 7), y que al respecto **Galvis et al.** (2006, p. 501) citan lo siguiente: “Al observar la zona entre la población de Guatavita y el embarcadero en el embalse, se pueden ver las areniscas que cierran la estructura anular por el NW, y allí se presenta un dique riolítico de pocos metros de espesor, cortando las areniscas (Fotografía 14), lo que confirma la actividad ígnea reciente de toda la zona.”; la fotografía 14 del artículo (**Galvis op. cit.**, p. 500) se describe como: “Dique riolítico cortando areniscas en el borde occidental de la caldera de Guatavita, entre la población y el embarcadero.” Para este lugar se debe indicar que afloran capas gruesas de arenitas con intercalaciones de lodolitas; en las arenitas se alcanzan a reconocer costras de oxida-

ción relacionadas con rocas sedimentarias acumuladas en ambientes continentales fluviales y estratificación cruzada de escala decimétrica (Fig. 8). Claramente, lo que se asume como un dique (ver Fig. 7), es una capa de lodolita con disposición concordante con los estratos de arenita, que presentan estratificación cruzada (ver Fig. 8).

En Guatavita debíamos observar una caldera volcánica, cuya estructura anular es mencionada en el texto de **Galvis et al.** (2006). En la excursión no se nos mostró, pero en las fotografías aéreas del sector no se reconoce dicha estructura y mucho menos en la cartografía geológica de **McLaughlin & Arce** (1975) y **Montoya & Reyes** (2005) ni en los mapas geológicos de **Helmens** (1990) y **Helmens &**



**Figura 7.** Capas de arenitas con un estrato de lodolita intercalada, muy meteorizada, de coloración rojiza, perteneciente a la Formación Cacho; la capa de lodolita es asignada erróneamente por **Galvis et al.** (2006) como un dique de riolita. Vista subparalela (izquierda) y perpendicular (derecha) al rumbo de los estratos (N: 1.037.833, E: 1.026.660, Elevación: 2.659 m.s.n.m.).



**Figura 8.** Arenitas con ondulitas al techo y costras de oxidación (izquierda) y estratificación cruzada de escala decimétrica (derecha) pertenecientes a la Formación Cacho (N: 1.037.823, E: 1.026.650, Elevación: 2.658 m.s.n.m.). En este sitio **Galvis et al.** (2006) describe un dique riolítico de pocos metros de espesor que corta a las arenitas.

**Van der Hammen** (1995) obtenidos a partir de un trabajo detallado.

**Galvis et al.** (2006, p. 501) indican lo siguiente: “*Concretamente se puede indicar la presencia de uno o más focos efusivos en la zona comprendida entre Tausa, el extremo norte del embalse del Neusa y la vereda El Hato del municipio de Carmen de Carupa, área donde se observan extensos depósitos ignimbríticos; más aún, las arcillas de Checua parecen haberse originado en depósitos de cenizas y lapilli provenientes de dichos focos. Es posible suponer otro foco volcánico en inmediaciones de Sopó, como lo sugieren las ignimbritas allí presentes (Fotografía 15). Toda la región al norte del embalse del Sisga presenta suelos volcánicos, y en la cuenca superior del río Bogotá, municipios de Chocontá y Villapinzón, la cubierta volcánica es prácticamente total. Hay indicios de otros focos volcánicos en varios sitios de la Sabana de Bogotá, tales como Mondoñedo, Bojacá, Tabio, Usme (en el sector del Cerro de Juan Rey), El Rosal, etc. y la cubierta tobácea de los valles es casi omnipresente en todos los valles que forman el conjunto geográfico de la Sabana. A lo anterior cabe agregar, la presencia de varias fuentes de aguas termales en localidades tales como Sesquilé, Chocontá, Guasca, Guatavita, Tabio etc.*”; nuevamente **Galvis et al.** (2006) inducen a los lectores a reconocer postulados sin sustento, no solo en el área de trabajo, además involucran zonas lejanas. La presencia de manantiales con aguas termales, bien puede estar asociado a sistemas de falla y no necesariamente a cuerpos volcánicos. Se aspira a que esta publicación no caiga en manos de sensacionalistas, que terminen ratificando que el cerro de Monserrate de Bogotá es un volcán.

### Secciones delgadas

En las fotografías 6 a 9 de **Galvis et al.** (2006, p. 498) se ilustran secciones delgadas en las que se menciona la existencia de sanidina, cuarzo con bahías, cuarzo bipiramidal, vidrio volcánico y microlitos de plagioclasa. Desafortunadamente las ilustraciones no son muy claras, por lo que no se pueden reconocer los minerales citados. Un cuarzo bipiramidal ofrece una clara definición que no es nada evidente en la fotografía 7. El vidrio volcánico bien puede corresponder al denominado “chert” producto de la silicificación común en la Formación Plaeners del Grupo Guadalupe.

Con el objeto de verificar en los sitios visitados los materiales volcánicos se realizaron algunos análisis petrográficos de sección delgada los cuales contundentemente muestran que el material es de origen sedimentario

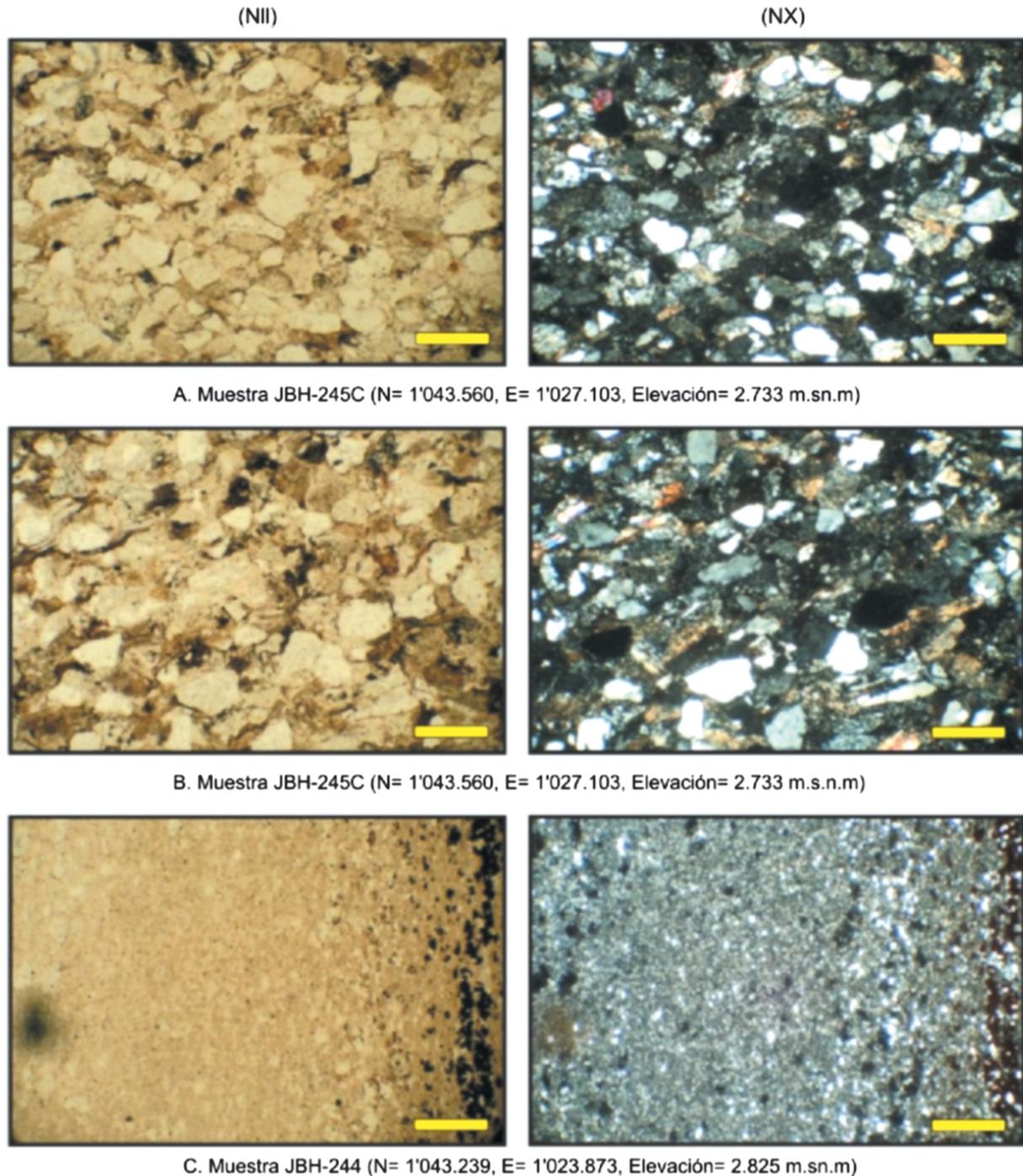
(Fig. 9); adicionalmente, se enviaron muestras para análisis mineralógicos por difracción de rayos X (Tabla 1) llegándose a la misma conclusión, es decir, “que el material seguramente se trata de rocas sedimentarias, dado el alto contenido de cuarzo de tamaño muy pequeño y la alta presencia de caolinita bien cristalizada, lo cual permite suponer que los minerales han tenido transporte y concentración” (concepto del geólogo Jaime Mojica de INGEO-MINAS, sede Cali, quién realizó los análisis de DRX sin saber su sitio de procedencia).

### Fotos aéreas

Con todos los argumentos expresados se puede desvirtuar la propuesta de existencia de vulcanismo cenozoico y de edificios volcánicos en Gachancipá y Guasca, pero para tener mayor seguridad, se consultaron algunas líneas de vuelo del IGAC para descartar la existencia de estructuras anulares como las que se citan para el casco urbano de Guatavita.

De los vuelos S-649 (fotos 819 a 821) a escala 1:25.000 del 9 de enero de 1941, S-22194 (fotos 432 a 434) a escala 1:20.000 del 21 de febrero de 1963 y S-32732 (fotos 103 a 105) a escala 1:31.200 del 25 de enero de 1985, se observaron tomas anteriores y posteriores al establecimiento del pueblo Guatavita nuevo, con el fin de obviar el enmascaramiento de la estructura anular propuesta. Se diferenciaron tres unidades, la primera al E da un fuerte contraste a la morfología y que según la cartografía existente corresponde a rocas del Grupo Guadalupe, la segunda ofrece una morfología suave al paisaje y que se asigna a la Formación Guaduas, sobre la que se ubica el pueblo actual, y la tercera, hacia el W, es una unidad más competente que la anterior y que se asigna a la Formación Cacho. Estas unidades conforman el flanco oriental del Sinclinal de Sesquilé. Asumiendo que fuese cierto que el pueblo de Guatavita nuevo fue edificado sobre un cuello volcánico, significaría que los moradores de Guatavita están signados por la mala suerte, ya que primero fueron desplazados y llevados al nuevo sitio por la construcción de la represa de Tominé y ahora ubicados sobre un edificio volcánico.

En el vuelo S-34905 (fotos 165 y 166) a escala 1:27.400 del 21 de diciembre de 1988 que muestra la parte oriental de Gachancipá se observan planos estructurales de rocas sedimentarias que pertenecen al Grupo Guadalupe. Además a lo largo de los cerros que se ubican al E de Tocancipá y Gachancipá se localizan canteras sobre rocas sedimentarias del Cretácico superior de las cuales se obtienen materiales para la construcción, que por ninguna parte evidencian la existencia de rocas o depósitos volcánicos.



**Figura 9.** A y B. Muestra de litoarenita lodosa de la Formación Cacho, de grano muy fino y de fragmentos de rocas sedimentarias. C. Muestra de arcillolita limosa de la Formación Plaeners, de cuarzo y con láminas de óxidos de hierro. (NII) = Nícoles paralelos, (NX) = nícolas cruzados, Escala gráfica = 0,2 mm. En las figuras A y B se identificó en el armazón de la roca (compuesto por granos de origen sedimentario) los siguientes minerales: Cuarzo monocristalino (34.0%) y policristalino (3,6%), micas blancas posiblemente muscovita (2,3%), opacos de óxidos de hierro y pirita (3,3%), líticos metamórficos (2,0%), líticos volcánicos (4,6%) y líticos sedimentarios (27,6%); 19,3% corresponde a matriz representada por minerales arcillosos y el restante 3,3% a porosidad primaria. En la Figura C la roca sedimentaria está constituida por minerales arcillosos que conforman el armazón (71,1%), óxidos de hierro (7,6%), mica blanca muscovita (3,4%) y porosidad móldica secundaria (3,6%) por disolución de algunos óxidos de hierro.

Tabla 1. Análisis cualitativo de minerales por DRX en muestras desorientadas.

Muestra	Unidad Litoestratigráfica	Coordenadas Planas de Gauss (origen Bogotá)			Minerales de Archilla						Silicatos					Otros
					Esmectita	Ilita/Esmectita	Caolinita	Ilita	Clorita	Cuarzo	Feldespatos (ND)	Hematita	Goethita	Anatasa	Rutilo	Materia Orgánica
		Norte	Este	Elevación (m.s.n.m)												
JHB-244	PLAENERS	1'043.239	1'023.873	2.825	0	0	++++	++	0	++++	0	0	0	*	0	0
JHB-248	CACHO	1'037.833	1'026.660	2.659	0	*?	++++	++	0	++++	0	+	+	*	*	0
RCV	PLAENERS	1'043.006	1'023.807	2.836	0	*?	++++	+	0	+++	0	0	0	*	0	0

++++ (Abundante > 40%), +++ (Común= 20-40%), ++ (Pobre= 10-20%), + (Escaso= 3-10%), \* (Trazas= < 3%), ? (Dudoso), ND (No determinado), 0 (Nada)

## Conclusiones

Las crónicas en geología se deben basar en datos documentales y no en supuestos o creencias.

Las publicaciones científicas se fundamentan sobre argumentos y datos sólidos, que defienden los postulados.

En ánimo de discusión, se podría decir que las rocas sedimentarias del Cretácico y del Cenozoico fueron afectadas por diques y por los conductos volcánicos que permitieron la salida del material volcánico y que por esta circunstancia se encuentra mezcla de ambos materiales. En tal sentido, no sería raro hallar rocas con fósiles marinos junto con material volcánico, pero inmediatamente surge la pregunta: ¿En dónde está la superficie de contacto entre estos dos materiales, las superficies de corte y la roca volcánica?. Esta relación estratigráfica es evidente entre las rocas volcánicas de Iza (Boyacá) y las rocas sedimentarias del Grupo Guadalupe (Cretácico superior) y de la Formación Guaduas (Maastrichtiano-Paleoceno).

No se puede descartar que en la Sabana de Bogotá o en el altiplano Cundiboyacense puedan existir otros centros volcánicos o eventos ígneos como los de Paipa e Iza (Boyacá) o Quetame (Cundinamarca) que representan actividad del Cenozoico, pero hay que demostrarlo con argumentos sólidos y serios.

## Agradecimientos

Nuestros más sinceros agradecimientos a las directivas de la Sociedad Colombiana de Geología y de la Sociedad Colombiana de Geotecnia por la invitación al día de campo, a partir del cual, junto con varios colegas, se

demonstró lo que ya sabíamos de tiempo atrás sobre la geología de esta región de Cundinamarca. Nuestra gratitud con el profesor Manuel Moreno por el suministro de algunas de las fotografías. Del mismo modo agradecemos los constructivos comentarios al manuscrito por parte de los revisores anónimos.

## Bibliografía

- Andriessen, P., Helmens, K., Hooghiemstra, H., Riezebos, P. & Van der Hammen, T. 1993. Absolute chronology of the Pliocene-Quaternary sediment sequence of Bogota area, Colombia. *Quaternary Science Reviews* 12(7):483-501.
- Bürgl, H. 1959. Sedimentación Cíclica en el Geosinclinal Cretáceo de la Cordillera Oriental de Colombia. Servicio Geológico Nacional, Boletín Geológico VII(1-3):85-118, 9 fig., Bogotá.
- Contreras-Fayad, A. 2008. Caracterización mineralógica de las rocas que componen el cuerpo volcánico que aflora en cercanías al municipio de Iza, Boyacá, Colombia. Petrografía, Metalografía y Análisis fundamental por medio de un microscopio electrónico de barrido. Universidad Nacional de Colombia. Trabajo de grado (inédito) 37 p.
- Dueñas, H. 1986. Registro palinológico de las tres últimas épocas glaciales en la Sabana de Bogotá, Cordillera Oriental, Andes colombianos. *Geología Colombiana* (15):48-54.
- Eslava, J. 1985. Consideraciones sobre los aspectos meteorológicos y efectos relacionados con la dispersión de fragmentos y gases emitidos por el volcán Arenas del Nevado del Ruiz el 13 de noviembre de 1985. *Geología Colombiana* (14):639-654.
- \_\_\_\_\_. 1993. Cambios atmosféricos temporales en Colombia asociados a la erupción del Ruiz del 13 de noviembre de 1985. *Memorias VI Congreso Colombiano de Geología-Medellín* (II):639-654.
- Fabre, A. & Delaloye, M. 1982. Intrusiones básicas cretácicas en las sedimentitas de la parte central de la Cordillera Oriental. *Geología Norandina* 6:19-28.

- Galvis, J., De La Espriella, R. & Cortés, R.** 2006. Vulcanismo Cenozoico en la Sabana de Bogotá. *Revista Acad. Colombiana de Ciencias Exactas, Física y Naturales* **30**(117):495-502.
- Helmens, K.** 1990. Neogene-Quaternary Geology of the High Plain of Bogota, Eastern Cordillera, Colombia. *Dissertations Botanicae* 163.
- \_\_\_\_\_, **Barendregt, R., Enkin, R., Baker, J. & Andriessen, P.** 1997. Magnetic Polarity and Fission-Track Chronology of a Late Pliocene–Pleistocene Paleoclimatic Proxy Record in the Tropical Andes. *Quaternary Research* **48**(1):15-28.
- \_\_\_\_\_, **Van der Hammen, T.** 1994. The Pliocene and Quaternary of the high plain of Bogotá (Colombia): A history of tectonic uplift, basin development and climatic changes. *Quaternary International* **21**:41-61.
- \_\_\_\_\_. 1995. Memoria explicativa de los mapas del Neógeno y Cuaternario de la Sabana de Bogotá-cuenca alta del río Bogotá. IGAG. *Análisis Geográficos* **24**:91-142.
- Hubach, E.** 1957. Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. Servicio Geológico Nacional. *Bol. Geol.* **5**(2):93-112.
- Hernández, G. & Osorio, O.** 1990. Geología, análisis petrográfico y químico de las rocas volcánicas del suroccidente de Paipa (Boyacá-Colombia). Trabajo de grado (inédito), Universidad Nacional de Colombia, 100 p.
- Jaramillo, J. M., Rojas, P. & Garver, J.** 2005. Neogene's Volcanism in the Cordillera Oriental of the Andes, Colombia. *Earth Sciences Research Journal* **9**(1):19-28.
- McLaughlin, D. & Arce, M.** 1975. Mapa Geológico del Cuadrángulo K-11 Zipaquirá. INGEOMINAS.
- Montoya, D. & Reyes, G.** 2003. Mapa geológico de la Plancha 209-Zipaquirá. Escala 1:100.000. INGEOMINAS, Bogotá.
- \_\_\_\_\_. 2003. Geología de la Plancha 209-Zipaquirá. INGEOMINAS, Bogotá.
- \_\_\_\_\_. 2005. Mapa geológico de la Sabana de Bogotá. Escala 1:100.000. INGEOMINAS, Bogotá.
- \_\_\_\_\_. 2005. Geología de la Sabana de Bogotá. Publicaciones Especiales del INGEOMINAS **28**:1-103.
- Moreno-Alfonso, S. C.** 2007. Caracterización geoquímica en circones de los cuerpos intrusivos de Paipa e Iza y dos depósitos piroclásticos, Departamento de Boyacá. Universidad Nacional de Colombia. Trabajo de Grado No. 761 (inédito), 14 p.
- Moreno, M. & Concha, A.** 1993. Nuevas manifestaciones ígneas básicas en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, Colombia. *Geología Colombiana* **18**:143-150.
- Moreno-Murillo, J.M., Concha-Perdomo, A.E., Tenjo-Gil, N.C. & Patarroyo, P.** 2004. Caracterización Geoquímica y Petrográfica del "Gabro de La Corona", Municipio de la Victoria, Boyacá - Colombia. *Geología Colombiana* **29**:109-126.
- Navarrete, A., Moreno, M., Concha, A. & Patarroyo, P.** 2002. Interpretación petrográfica del Gabro de Tragarepas al norte de Pacho, Cundinamarca, Colombia. *Geología Colombiana* **27**:109-120.
- Pardo, N.** 2004. Estratigrafía de las vulcanitas asociadas al volcán de Paipa, municipios de Paipa y Tuta, Departamento de Boyacá, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, 190 p.
- \_\_\_\_\_, **Cepeda, H. & Jaramillo, J. M.** 2005a. The Paipa Volcano, Eastern Cordillera of Colombia, South America: Volcanic stratigraphy. *Earth Sciences Research Journal* **9**(1):3-18.
- \_\_\_\_\_, **Jaramillo, J. M. & Cepeda, H.** 2005b. The Paipa Volcano, Eastern Cordillera of Colombia, South America (Part II): Petrography and Major Elements Petrography. *Earth Sciences Research Journal* **9**(2):148-164.
- Renzone, G.** 1983. Geología del Cuadrángulo J-12, Tunja. *Boletín Geológico* **24**(2):31-48.
- Rojas-Linero, P.** 2005. Cronología de los depósitos volcánicos del área de Tierra Negra, Boyacá, por medio de huellas de fisión en circones. Universidad Nacional de Colombia. Trabajo de grado N. (inédito), 24 p.
- Romero, F & Rincón, M.** 1992. Características petrográficas y químicas de las rocas volcánicas de Iza (Departamento de Boyacá, Colombia). *Geología Colombiana* (17):159-168.
- Scheibe, R.** 1938. Estudios geológicos y paleontológicos sobre la Cordillera Oriental de Colombia. Ministerio de Industrias y Petróleos, 80 p., Bogotá.
- Schonwalder, D.** 2007. Caracterización geoquímica y petrográfica de un depósito volcánico asociado al Volcán de Iza, Boyacá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Trabajo de grado N. 678 (inédito), 23 p.
- Toro, G., Poupeau, G., van der Hammen, T., Gaviria, S. & Dueñas, E.** 2003. Datación por trazas de fisión de circones provenientes de las Formaciones Tilata y Marichuela (Sabana de Bogotá). En: Colombia Paisajes Fisiográficos de la Orinoquia-Amazonia (Oram), Colombia Instituto Geográfico Agustín Codazzi **26**:49-58.
- Ujueta, G.** 1991. Tectónica y actividad ígnea en la Cordillera Oriental de Colombia (Sector Girardot-Cúcuta). En Simposio sobre Magmatismo Andino y su Marco Tectónico, memorias Tomo I, 151-192.
- \_\_\_\_\_, **Macia, C. & Romero, F.** 1992. Cuerpo Riodacítico del Terciario Superior en la Región de Quetame, Cundinamarca. *Geología Colombiana* (17):143-150.
- Ulloa, C., Rodríguez, E. & Escobar, R.** 1973. Mapa Geológico Plancha 192-Laguna de Tota. INGEOMINAS, Bogotá.
- \_\_\_\_\_, **Fúquen, J. & Acosta, J.** 2001. Geología de la Plancha 192-Laguna de Tota. INGEOMINAS, Bogotá.
- Van der Hammen, T.** 1957. Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá, Cordillera Oriental de Colombia., *Boletín de Geología* **5**(2):189-203.
- Vásquez, M. & Altenberger, U.** 2005. Mid-Cretaceous extension-related magmatism in the eastern Colombian Andes. *Journal of South American Earth Sciences* **20**(3):193-210.
- \_\_\_\_\_, **Concha, A., Moreno, M. & Patarroyo, P.** 2000. Caracterización geoquímica y petrográfica de los cuerpos intrusivos básicos, aflorantes en la región de Cáceres y Puerto Romero, departamentos de Cundinamarca y Boyacá, Colombia. *Geología Colombiana* **25**:185-198.

- Velandia, F.** 2003. Cartografía geológica y estructural sector sur del municipio de Paipa (Mapa geológico Escala 1:25.000). Informe Técnico, Proyecto Geodinámica. INGEOMINAS, 36 p.
- Villamil, T.** 1999. Chronology, relative sea-level history and a new sequence stratigraphic model for basinal Cretaceous facies of Colombia. En: J.L. Pindell & Ch. Drake (Editores) Paleogeographic evolution and nonglacial eustasy, Northern South America, SEPM Special Publication N. 58 161-216.
- \_\_\_\_\_ & **Arango, C.** 1998. Integrated stratigraphy of latest Cenomanian and early Turonian facies of Colombia. SEPM Special Publication No. 58 161-216.
- \_\_\_\_\_ & **Hay, W.** 1999. Plate tectonic paleoceanographic hypothesis for Cretaceous source rocks and cherts of northern

South America. En: Barrera, E. & Johnson, C. (Editores). Evolution of the Cretaceous Ocean-Climate System. Geological Society of America, Special Paper **332**:191-202.

Páginas web

[http://maps.google.com/maps?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es-ES:official&channel=s&hl=es&q=Mapa+Cundinamarca&um=1&ie=UTF-8&split=0&gl=co&ei=1pM1Suy4OcGHtgfdumC8CQ&sa=X&oi=geocode\\_result&ct=image&resnum=1](http://maps.google.com/maps?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es-ES:official&channel=s&hl=es&q=Mapa+Cundinamarca&um=1&ie=UTF-8&split=0&gl=co&ei=1pM1Suy4OcGHtgfdumC8CQ&sa=X&oi=geocode_result&ct=image&resnum=1)

Recibido: abril 18 de 2011.

Aceptado para su publicación: diciembre 2 de 2011.