

# EXPLORACION PALINOLOGICA EN LA FORMACION LA VIBORITA (AMALFI- ANTIOQUIA)

Juan Carlos Mejía Muñoz\*

*«Dios le dijo a esta Antioquia: te haré arrugada y escabrosa..., mira tu relieve es tal, que tus mismos Geógrafos habrán de confundirse; los hombres que vuelen en tus espacios podrán darse mediana cuenta de tu formación, mas nunca podrán contemplarte tal cual eres en tu conjunto...»  
(Tomás Carrasquilla, «Hace Tiempos»)*

## RESUMEN

La Formación La Viborita, localizada en el altiplano de Amalfi, al Norte del departamento de Antioquia, corresponde a una unidad litoestratigráfica, definida por Parra, C.E. y Arias, G. 1991, que representa uno de los registros aluviales más potentes, de los que se tenga conocimiento en la parte norte de la Cordillera Central de los Andes colombianos (más de 100 metros). Dicho registro sedimentario está conformado de su base al techo por los miembros Alaskas, Catalán y La Cuelga, los cuales aparecen sobre el altiplano de Amalfi en condiciones geomorfológicas características de un ambiente denudativo, por lo que su estudio resulta particularmente útil, dado el contenido excepcional de sedimentos que reflejan las condiciones de evolución morfogenética de este sector de la cordillera.

Se realizó trabajo de exploración palinológica, el cual consistió en el análisis polínico de 9 muestras correspondientes a los miembros La Cuelga y Catalán, pudiéndose identificar 545 especies. Dichas muestras fueron cuidadosamente seleccionadas al tomar en cuenta las 48 columnas estratigráficas realizadas por Parra, C.E. y

Arias, G. (1991) y mediante la búsqueda exhaustiva de los mejores horizontes orgánicos para la obtención de polen.

La muestra correspondiente al suelo actual ubicado a 1.430 msnm presenta un importante componente del cinturón de páramo con una proporción del 12.10% y cuyo elemento principal son las Gramineae, con una mínima representación de Senecio sp. y Plantago sp.

Todas las muestras pertenecientes al miembro La Cuelga y al miembro Catalán, reflejan condiciones relativamente más frías que las actuales. De esta forma el miembro La Cuelga presenta las condiciones más extremas, con un descenso marcado de las líneas de bosque y con la máxima disminución del cinturón Subandino, con incremento tanto del cinturón de páramo como del cinturón enano andino.

Las muestras asociadas con el miembro Catalán en general, presentan algunas similitudes con el suelo actual, pero con ligeros retrocesos de la línea de bosque.

En la muestra correspondiente a la Base del miembro Catalán se observó la aparición del Alnus sp indicando posiblemente que la edad

\* Magíster en Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia.

máxima para dicho miembro es del orden de 1'0 millón de años aproximadamente.

A pesar de múltiples intentos por obtener polen a partir de arcillas de la parte basal de la Formación La Viborita, es decir del miembro Alaskas, no fue posible. Lo que sugiere que condiciones fuertemente oxidantes como las que manifiesta haber sufrido esta secuencia, no son favorables para la preservación de palinomorfos.

Para el análisis de la composición de la vegetación se clasificaron los taxones en cuatro grupos correspondientes a la zona de páramo, bosque enano altoandino, bosque andino y bosque ecuatorial. Dicha clasificación corresponde a la propuesta por Salomons, J.B. (1989). La utilización de dicho sistema mostró la necesidad de que se realicen estudios detallados a nivel botánico que identifiquen no sólo la composición de la flora sino también las especies diagnósticas de determinadas zonas de vida, ya que dicha información es muy precaria especialmente para el bosque andino.

## INTRODUCCION

La evolución de la Cordillera Central de los Andes colombianos durante el Terciario y el Cuaternario, se ha explicado básicamente mediante consideraciones de carácter tectónico sin que se consideren de forma adecuada los argumentos de carácter climático; por ello la historia geológica de la región aparece excesivamente simplificada al no tomar en cuenta apropiadamente la relación entre los factores y procesos, tanto exógenos como endógenos que modifican el paisaje. Por lo tanto se hace necesario implementar nuevas estrategias para obtener más elementos de reconstrucción paleoambiental.

La conformación general del sector norte de la Cordillera Central está dada por una

serie de altiplanos separados entre sí por cañones estrechos y profundos. Dichos altiplanos presentan un ambiente típicamente denudativo que se observa en las características del relieve; sin embargo, existen acumulaciones de sedimentos de poco espesor pero de área significativa. Una excepción a esta afirmación la constituyen los depósitos presentes en la mina La Viborita en el altiplano de Amalfi, donde afloran aproximadamente 140 metros de relleno aluvial, siendo este sitio el que presenta la mayor acumulación conocida de sedimentos en los altiplanos del norte de Antioquia.

Las condiciones ecológicas y ambientales que imperaron durante el depósito de estos sedimentos, son poco conocidas con exactitud ya que los estudios realizados sobre el tema han sido de carácter monotemático, lo que hace necesario el desarrollo de investigaciones que involucren varias disciplinas para que aporten nuevos elementos de comprensión de las condiciones de evolución del relieve de la cordillera, máxime si se toma en cuenta el hecho de que en los sedimentos es posible que las condiciones de levantamiento de las montañas se hayan visto reflejadas por los cambios y contrastes ambientales ocurridos, especialmente durante el Terciario Superior y el Cuaternario.

En este orden de ideas, el análisis polínico aparece como la principal técnica usada para interpretar las características ambientales continentales en el Cenozoico; su aplicación en el registro sedimentario presente en la mina La Viborita, aporta de manera modesta algunos elementos que contribuyen al conocimiento de las condiciones morfogenéticas a las cuales ha estado sometida la región.

Es interesante destacar que el sitio elegido para el desarrollo de este proyecto, es especialmente estratégico, dada la potencia de los sedimentos que allí aparecen y la abundancia de buenos afloramientos, relativamente accesibles, que permiten la elaboración de columnas estratigráficas y perfiles, los cuales de acuerdo con los estudios de Parra y Arias, (1991), se han agrupado en la unidad estratigráfica denominada Formación La Viborita, la que a su vez se ha subdividido desde la base hacia el techo en los miembros Alaskas, Catalán y la Cuelga. Estos dos últimos miembros presentan importantes acumulaciones de horizontes orgánicos y turbas, cuyo contenido polínico permite reconstruir los eventos que han afectado la cobertura vegetal durante los últimos millones de años, haciendo especial énfasis en las características fitogeográficas, paleoecológicas y paleoclimáticas, que han controlado la distribución de las comunidades vegetales y la eventual formación de refugios Plio-Pleistocénicos.

Este proyecto titulado «Exploración Palinológica de La Formación La Viborita, Amalfi- Antioquia», presenta la información preliminar tendiente a esbozar las condiciones ecológicas y ambientales que han imperado durante la génesis de los depósitos sedimentarios presentes en los altiplanos del norte de la cordillera Central en Antioquia, especialmente del registro sedimentario localizado en la mina La Viborita, en el altiplano de Amalfi. Dicha información consiste fundamentalmente en el análisis del contenido polínico en los miembros Catalán y La Cuelga, a

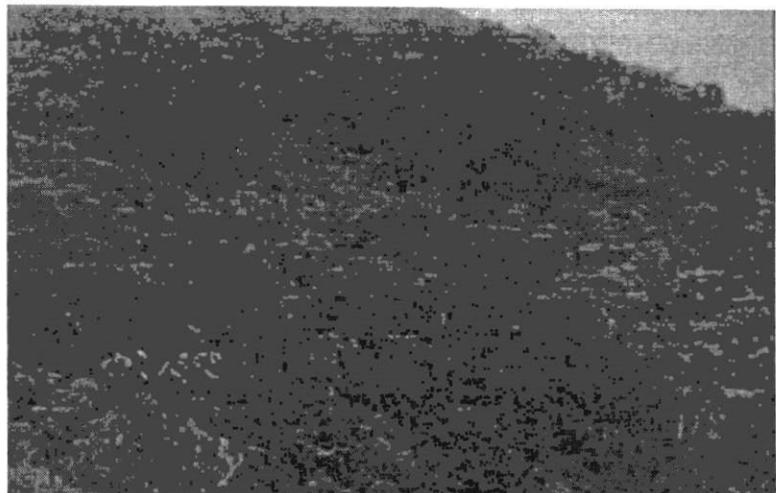
nivel de base y de techo y su comparación con el registro polínico actual y el inventario relativo a la composición florística del área.

## GENERALIDADES

La zona de estudio se localiza 2.5 km al norte de la cabecera municipal de Amalfi, departamento de Antioquia. El acceso a la mina La Viborita, se realiza por la carretera que comunica la vía principal a Medellín con la mina de mármol de la compañía Calcáreos Industriales y Agrícolas Ltda. El municipio de Amalfi se encuentra 149 km al nordeste de Medellín.

Los datos meteorológicos existentes reflejan un comportamiento climático unimodal manifestado en la existencia de una estación seca (Diciembre a Marzo), la cual contrasta con una estación lluviosa (Abril a Noviembre).

El área de trabajo se encuentra a 1430 m sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 20°C y una precipitación anual promedio que varía entre los 2.000 y 2.400 mm/año. De acuerdo con estas características y considerando a Holdridge, L.R. (1978), la zona corresponde a un « Bosque muy húmedo premontano» (bmh-PM).



La configuración del relieve a nivel regional presenta tres elementos básicos: altiplanos, escarpes y cañones. En este contexto la zona de estudio se ubica en el altiplano de Amalfi-Yolombó, el cual pertenece a la generación de altiplanos más recientes de acuerdo con el ordenamiento propuesto por Arias, L.A. (1995).

El relleno aluvial correspondiente al sitio de La Viborita, lugar de desarrollo de este proyecto, es posiblemente uno de los registros sedimentarios más completo de los altiplanos. Dichos sedimentos han sido estudiados por Parra y Arias (1991), quienes realizaron un estudio de carácter geológico-minero detallado, definiendo formalmente, de acuerdo con los requerimientos del Código Estratigráfico Internacional, la Formación La Viborita como una unidad litoestratigráfica compuesta por los Miembros Alaskas, Catalán y La Cuelga.

El Miembro Alaskas localizado en la base de la secuencia se compone de conglomerados que varían de medios a finos, de color rojo, interestratificados con sedimentos más finos, especialmente limos, hacia la zona media de la secuencia. En la parte más superior de la unidad aparece una potente capa conglomerática. El miembro tiene espesores del orden de los 62 m.

El Miembro Catalán corresponde a la parte media de la Formación y está compuesto por sedimentos de granulometría variable, predominando los conglomerados de color gris hacia la base, los cuales se encuentran frecuentemente interestratificados con lentes donde abunda el material orgánico. El espesor de la secuencia es del orden de los 44 m.

El Miembro La Cuelga corresponde a la parte superior, predominantemente conglomerática y con presencia de sedimentos orgánicos en su parte superior. La columna estratigráfica

mide aproximadamente 34 m. (figura 12). El ambiente general asignado para la Formación La Viborita se ha asociado con condiciones fluvio-lacustres.

## **PALINOLOGIA**

En Colombia los estudios palinológicos se vienen desarrollando desde los años treinta en sedimentos de carácter lacustre, en turberas y en secuencias de suelos y tefras, lo que ha permitido progresar en la comprensión de las condiciones paleoecológicas dominantes durante el Plio-Cuaternario.

De acuerdo con Salomons (1989), los estudios más importantes han sido realizados por Van der Hammen y González (1960-1963), Van Geel y Van der Hammen (1974), Van der Hammen, et al (1981), y Hooghiemstra (1984); sin embargo, éstos se relacionan especialmente con la Cordillera Oriental. Sólo con el proyecto ECOANDES se iniciaron los trabajos en la cordillera Central, localizados particularmente en el área del «Parque Nacional Natural de los Nevados», por lo que puede decirse que el sector norte de la cordillera carece de este tipo de estudios.

En cuanto a las condiciones paleoecológicas y paleoclimáticas imperantes durante el Plio-Cuaternario, de acuerdo con Van der Hammen (1981), y después de analizar los sedimentos de la sabana de Bogotá, los cuales les permitieron analizar la historia de la vegetación y el clima durante los últimos tres millones de años, se identificaron en toda la secuencia entre 20 y 30 períodos glaciales e interglaciales.

De acuerdo con el autor antes mencionado, la extensión mayor de los glaciares tuvo lugar, probablemente entre 45.000 y 25.000 A.P., contrariamente a lo ocurrido en el hemisferio norte, que llegó a su máximo alrededor de 18.000 A.P.

Durante este período se supone que el clima fue bastante húmedo, y las lagunas de las altiplanicies tuvieron varias veces un nivel muy alto. El límite del bosque estaba aproximadamente entre 800 y 1.000 m más abajo que hoy día, y durante la época de mayor extensión del hielo, glaciares y bosques pudieron estar posiblemente muy cercanos.

Entre los 21.000 y los 14.000 A.P. la extensión del hielo se redujo, el límite del bosque fue más bajo y el clima más seco, lo que dio lugar a una amplia zona de páramo, mientras que las lagunas de las altiplanicies tenían un nivel más bajo. Esta subdivisión coincide con la cronología de eventos planteada por Thouret, J.C. et al (1992), quienes plantean que entre los 3.600 y los 7.500 años es decir en el Holoceno Medio a Superior, el clima fue más húmedo. Entre los 7.500 y los 10.000 años, el clima fue más seco obligando al páramo a ocupar posiciones entre los 3.700 y los 4.100 msnm. Entre los 10.000 y los 14.000 años se desarrolló el último período glacial y entre los 4.000 y los 14.000 se presentaron los períodos más críticos desde el punto de vista climático.

Es importante destacar que la mayoría de los estudios palinológicos desarrollados en la cordillera Central se han realizado en posiciones altitudinales y ecológicas muy diferentes a las que se presentan en este estudio, por lo que es de esperarse que los cambios paleoclimáticos y paleoecológicos registrados en la secuencia de La Viborita, sean muy diferentes a los observados en ambientes de alta montaña como los descritos por Van der Hammen y otros autores; sin embargo, se espera que la vegetación sea un buen indicador de las condiciones ecológicas y climáticas aun en la posición altitudinal de la zona de estudio (actualmente 1.400 m.s.n.m.).

Dadas las características del estudio, se realizó una correspondencia unilateral de las muestras tomadas y cada miembro al que corresponde ese punto de muestreo. A pesar de que dicha división no es completamente válida desde el punto de vista estratigráfico, se consideró que ésta era la forma más conveniente para presentar los resultados del análisis polínico, dado el carácter exploratorio de la investigación y el hecho de que prácticamente los sitios seleccionados para el muestreo son los más promisorios para la investigación palinológica.

Se tomaron un total de 9 muestras en toda la formación viborita con el fin de observar las variaciones vegetacionales de la región; 8 de estas muestras fueron tomadas de los miembros Catalán y la Cuelga, mientras una última fue realizada con el objeto de ver la lluvia polínica actual.

De la zona media de la formación Catalán se tomaron de la parte inferior a la parte superior respectivamente las muestras V6, V5B, V5T Y V4. De la zona superior del miembro la Cuelga se tomaron de la parte inferior a la parte superior respectivamente las muestras V2B y V2T. El Suelo actual corresponde a la muestra V1.

#### *MUESTRA DE POLEN V6 (Base del Miembro Catalán)*

Es la muestra palinológica más basal de la parte intermedia del miembro catalán. Esta zona presenta un porcentaje de elementos de bosque ecuatorial del 4.85%, bosque andino-subandino 52.28%, bosques enanos Andinos 13.31%, elementos de páramo del 29.53%.

Esta muestra se caracteriza por los máximos porcentajes de *Cassia* sp. y *Begonia* sp. como elementos de Bosque Andino y la presencia de *Alnus* sp. restringido únicamente a esta muestra y a la muestra V4 en toda la formación.

Se presenta un porcentaje aproximado de 6% de Arecaceae, 5.6% en Cyatheaceae, 4.8% de Gramíneas, 2% en Compositae, 1.8 % en Rubiaceae, Croton sp. y Vismia sp. Presencia de Ilex sp. en un 1.2%, 1.1% de Ericaceae. Myrtaceae (Eugenia sp) 1%, Alchornea sp. 0.4% y 0.2% en Melastomataceae Lupinus sp. aparece únicamente en esta muestra con un porcentaje de 2.4%.

#### *MUESTRA DE POLEN V5B (Techo Catalán)*

En esta muestra no se observan elementos de bosque ecuatorial, los elementos de bosque subandino abarcan un 70.9%, los de bosques enanos andinos un 4.98% y los de páramo un 24.10%.

Esta muestra presenta una distribución de Gramineae de 5.2%, Melastomataceae de 4.2%, similarmente Rubiaceae de 5%, Cyatheaceae de 0.6% y de Compositae de 1.2. Arecaceae de 1.4%, Alchornea sp. de 1.4%, de Ericaceae a 1.4%, de Ilex sp. a 4.4%, de Vismia sp. 1.4%, se presenta la aparición de Sapium sp. con 1%, de Ginopsis sp. con 1%, de Celtis sp. con 1% y de Draba sp. con 1%, se reporta la desaparición en esta muestra de Croton sp, Umbelliferae, Alnus sp., Valerianaceae, Ficus sp., Guttiferae, lupinus sp. y Sisyrinchium sp.

#### *MUESTRA DE POLEN V5T (Techo miembro Catalán)*

En esta muestra no se observan elementos de bosque ecuatorial, los elementos de cinturón subandino presentan un 47.05%. El cinturón de bosques enanos presentan un 1.15% y el cinturón de páramo presenta un 51.8%.

Gramineae presenta una proporción bastante considerable de 21.8%, Cyatheaceae presenta una distribución del 7.2%, Compositae del 2.8%. Desaparece de las muestras observadas el registro de las melastoma-

taceas y Rubiaceae presenta una distribución del 1.4%.

#### *MUESTRA DE POLEN V4 (Techo Catalán)*

Aparecen de nuevo elementos de bosque ecuatorial con 1.7%, el cinturón subandino presenta distribuciones del 71.34% así como los bosques enanos andinos con 9.39% y los elementos de páramo con un 17.58%.

Se presenta una distribución de Gramineae del 4.6%, Cyatheaceae con un 6%, Compositae presenta un 6.2%, Melastomataceae aparece nuevamente con 1.8% y Rubiaceae con 1.2%. Arecaceae 4.4%, Ericaceae presenta un 1.8%. El croton sp. desaparece, Ilex sp. presenta un 3%. La Umbelliferae aparece con 0.4%. La valerianaceae aparece con 0.8%, así como el ficus sp. con el 1%. Myrtaceae (Eugenia sp.) aparece nuevamente en los registros con 1.2%, así como el alnus sp. con 1.4%. Tanto la Eugenia sp. como el Alnus sp. desaparecen a partir de esta muestra completamente del espectro.

Gynopsis sp. aparece nuevamente en esta muestra con 0.8% y aparecen algunas Myristicaceae con 1.8%. Es importante reportar la presencia Senecio sp. con 0.2% (elemento de páramo).

#### *MUESTRA V3 B - (Base Miembro La Cuelga)*

Esta muestra presenta una distribución de bosque ecuatorial de 4.24 %, una distribución del cinturón subandino del 38.7%, del bosque enano andino 8.53% y 48.59% para la vegetación de páramo.

Se caracteriza por presentar distribuciones bastante considerables en gramíneas hasta porcentajes del 18.8%. Cyatheaceae presentan una distribución del 1%. Compositae del 1.2%. Melastomataceae permanece con distribuciones del 1.2% y Rubiaceae con valores del 3.8%. Arecaceae presenta una distribución del 10%. Ericaceae

presenta una población del 0.2%. Croton sp. aparece nuevamente en esta muestra con 1.8%. Ilex sp. presenta un 1.2%. Umbelliferae presenta 1.6%. Desaparece Ficus sp. del espectro. Valerianaceae disminuye al 0.6%. Aparece nuevamente en esta muestra Guttiferae con 0.6%. Gynopsis sp. 1.2%, desaparece Myristicaceae totalmente del espectro. Desaparece Senecio sp. Aparece violaceae con 0.8%, aparece nuevamente Valerianaceae con 0.8%. Aparecen Anacardiaceaeas con 1%. Hay aparición de Puya sp. con 1%. Hay aparición de Serjania sp. (Sapindaceae) con 0.8%.

#### *MUESTRA V3T (Miembro La cuelga)*

El cinturón ecuatorial presenta una proporción del 1.27%, el cinturón subandino presenta 41.33% de distribución, el cinturón enano andino presenta una distribución del 13.05% y el bosque de páramo de 44.33%. Presenta un espectro muy similar al de la muestra V3B.

Presenta un porcentaje de gramíneas del 20.6% ligeramente superior al de la muestra V3B. Cyatheaceae permanece con poblaciones del 0.8%. Compositae permanece con un 0.8%. Melastomataceae presenta un 3.2% y Rubiaceae presenta un 5.4%. Arecaceae presenta una población del 4.4%. Ericaceae permanece constante con poblaciones del 0.8%. El Croton sp. presenta distribuciones del 2.8%, así como el Ilex sp. a 1.4%. Desaparece Valerianaceae. Se incrementa Puya sp. (Bromeliaceae) hasta alcanzar un valor de 2.4%. Aparece Loricaria sp. con 0.4%.

#### *MUESTRA DE POLEN V2B*

Gramineae presenta una proporción del 8.8%, Cyatheaceae presenta una población del 5.8%, las Compositae presentan un porcentaje del 1.5%, así las melastomataceae presentan un 2.6% y Rubiaceae presenta un 7.6%.

Ericaceae aparece con un 1.2%, Croton sp. y Arecaceae no aparecen en esta muestra, Ilex sp. aparece con una población del 2.1% y Umbelliferae aparece con un 0.8% y desaparece del espectro de ahí en adelante. Ficus sp. aparece con 1.2%.

Guttiferae aparece nuevamente en la muestra V1B con 1.4%, Sysirinchum sp. aparece nuevamente y por última vez en esta muestra, con una población del 1.2%.

La aparición de Podocarpus sp. está únicamente restringida a esta muestra con una población del 2.2%.

#### *MUESTRA DE POLEN V2T*

Gramineae presenta una proporción del 7.4%, Cyatheaceae presenta una población del 8.8%, las Compositae presentan un porcentaje del 2.2%, así las melastomataceae presentan un 3.4% y Rubiaceae presenta un 5.4%.

Arecaceae aparece nuevamente con una población del 2.2%. Ericaceae desaparece en esta muestra, Croton sp. aparece con una distribución bastante mínima del 1%. Ilex sp. presenta una distribución del 1.9%. La Umbelliferae desaparece de esta muestra y del espectro de aquí en adelante, Ficus sp. aparece con una distribución del 1.6%.

Podocarpus sp. presenta una distribución del 1% en esta muestra, ligeramente inferior a la observada en V1B. El Hipericum sp. aparece con 2.5% en esta muestra.

#### *MUESTRA V1 (Suelo actual)*

Esta muestra representa las asociaciones vegetales actuales. Se caracteriza por presentar un cinturón ecuatorial del 3.19%. En esta zona se presenta una expansión del cinturón andino que abarca el 80.89% del espectro, mientras el cinturón enano andino representa el 3.8%. Adicionalmente se aprecia la presencia reducida del cinturón de páramo con 12.1%.

Se presenta una proporción reducida de Gramineae del 3.5%. Obsérvese aquí la presencia de Cyatheaceae con un 24.4%, siendo ésta la máxima expresión de esta familia en todo el registro polínico. Compositae presenta una proporción del 1.2%, así como la rubiaceae que presenta un 1.4%. Las Melastomataceae presenta una población del 8%. La Arecaceae presentan una distribución del 1.4%. La Ericaceae se presenta sin variaciones con 1.2%. El Ilex sp. presenta 1.2%. El Ficus sp. presenta un 2.2%. Myrtaceae (Eugenia sp.) permanece con un 0.8%. El Podocarpus sp. desaparece en esta muestra, así como las Bromeliáceas y el Hipericum sp.

De acuerdo con los resultados reportados por el Proyecto Ecoandes - Ecodinámico, véase Van der Hamen et al (1984), es posible caracterizar la vegetación desde el punto de vista fisionómico y de composición florística, considerando la distribución altitudinal selectiva de un gran número de especies indicadoras de condiciones bioclimáticas particulares. Dicho escalonamiento permite a su vez zonificar las formaciones vegetales, es así como se pueden establecer cuatro grandes zonas altitudinales: La ecuatorial, la Subandina, la Andina y la Paramuna, las cuales se corresponden con los 4 grupos definidos por Salomons, J.B. 1989.

Se presentan a continuación las taxas más representativas y se subrayan aquellas que fueron encontradas en este estudio, en las diferentes muestras analizadas.

#### GRUPO I *Bosque Ecuatorial - Contorno subandino*

Abutilon, Acalypha, Alchornea, Anacardiaceae, Antidaphne, Ardisia, Billia colombiana, Cecropia, Euterpe, Faramaea, Ficus, Fosteronia, Hieronima, Heliocarpus popayanensis, Macrolobium, Malpighiaceae, Meliaceae,

Menispermaceae, Psidium, Ruellia, Sapium verum, Tovomita, Trema, Trichillia

#### GRUPO II *Contorno subandino a bosque andino*

Alnus sp., Anthurium sp., Bocconia, Brunellia, Calceolaria, Cardia lanata, Centropogon, Clethra, Clusia, Collignonia, Cordia, Coriaria, Cyatheaceae, Dalea, Drimys, Eugenia, Gunnera, Hedyosmum, Hydrocotyle, Ilex, Junglans, Ludwigia, Melastomataceae, Muehlenbeckia thamnifolia, mutisiana, Myrteola, Oreopanax, Palmae, Papilionaceae, Podocarpus, Polygonum, Proteaceae, Rapanea, Rosaceae, Salvia humboldtiana, Salvia, Styloceras, Symplocos, Thalictrum, Urticales (menos Cecropia, Trema y Ficus), Hesperomeles, Miconia, Myrtaceae, Rubiaceae.

#### GRUPO III *Bosques enanos andinos*

Compositae, (menos Senecio canescens), Ericaceae, Escallonia, Gaiadendron, Hespericum, Monnina, Solanaceae, Umbelliferae, Arajora y Loricaria

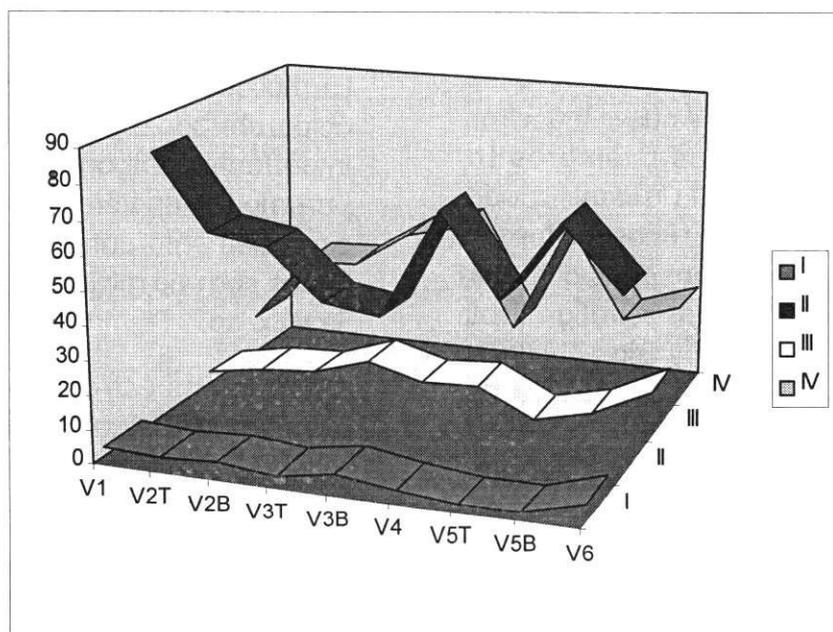
#### GRUPO IV *Contorno páramo*

Caryophyllaceae, Castilleja, Compositae lig., Cruciferae, Draba, Gentianella corymbosa, Geranium, Gramineae, Jamesonia, Lachemilla, Lycopodium fov., Montia, Plantago australis, Plantago sericea, Plantago, Puya, Ranunculaceae, Rhizocephalum, Rumex tolimensis, Rumex, Scrophulariaceae, Senecio canescens, Sisyrinchium, Valeriana.

De acuerdo con el registro palinológico obtenido para la Formación La Viborita, se calculó el porcentaje relativo de las especies encontradas y registradas por Salomons Op. cit. y se asumió que representaban la sumatoria total, con el fin de evaluar la proporción correspondiente al polen total y así graficar la representación de cada uno de los 4 tipos de bosques. Ver figura siguiente.

## DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE ALGUNAS TAXAS REPRESENTATIVAS EN LA FORMACIÓN LA VIBORITA

MUESTRA	GRUPO I		GRUPO II		GRUPO III		GRUPO IV	
	%INICIAL	% FINAL	%INICIAL	% FINAL	%INICIAL	% FINAL	%INICIAL	% FINAL
V1	1,4	3,19	35,95	80,89	1,69	3,8	5,38	12,1
V2T	6,78	2,16	21,17	58,78	2,36	6,55	11,7	32,49
V2B	1,24	3,18	21,8	56,04	2,88	7,4	12,98	33,36
V3T	0,64	1,27	20,8	41,33	6,57	13,05	22,31	44,33
V3B	1,83	4,24	16,69	38,7	3,68	8,53	20,92	48,51
V4	0,48	1,7	20,12	71,34	2,65	9,39	4,96	17,58
V5T	0	0	23,29	47,05	0,57	1,15	25,64	51,79
V5B	0	0	21,06	70,9	1,48	4,98	7,16	24,1
V6	1,66	4,89	17,74	52,27	4,55	13,31	10,09	29,53



Donde:

V1	Suelo Actual	V5B :	Techo Catalán
V2T	Techo La Cuelga	V6 :	Base Catalán
V2B	Techo La cuelga		
V3T	Base La cuelga	GRUPO I :	Bosque Ecuatorial
V3B	Base la cuelga	GRUPO II :	Bosque Andino
V4	Techo Catalán	GRUPO III :	Bosque enano Altoandino
V5T	Techo Catalán	GRUPO IV :	Vegetación de Páramo

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La mina La Viborita, localizada en el sector más septentrional de la Cordillera Central, presenta una de las acumulaciones de sedimentos más notables, con más de 100 metros de espesor; sin embargo, éste no es el único aspecto para destacar, ya que dicho registro sedimentario que presumiblemente data del Cuaternario (Pleistoceno), se localiza sobre el altiplano de Amalfi en condiciones geomorfológicas características de un ambiente denudativo, por lo que su estudio resulta particularmente útil, dado el contenido excepcional de sedimentos que reflejan las condiciones de evolución morfogénica de este sector de la cordillera.

De acuerdo con el estudio palinológico realizado se pueden establecer las siguientes conclusiones generales:

- El análisis palinológico de nueve muestras correspondientes a los miembros La Cuelga y Catalán permitió la identificación de 545 especies. Dichas muestras fueron cuidadosamente seleccionadas al tomar en cuenta las 48 columnas estratigráficas realizadas por Parra, C.E. y Arias, G. (1991) y mediante la búsqueda exhaustiva de horizontes orgánicos que ofrecían mayores posibilidades para la obtención de un registro polínico.

Las muestras fueron analizadas como elementos independientes según su posición relativa en las columnas estratigráficas y de la composición observada. De esta forma la muestra V1 corresponde al suelo actual, el cual se tomó como línea base, las muestras V2B y V2T se tomaron en la parte superior del miembro La Cuelga, mientras que en su base se ubicaron las muestras V3B y V3T. En el miembro Catalán se tomaron en el

techo las muestras V4, V5B, V5T, mientras que en la base se ubico la muestra V6.

- Para el análisis de la composición de la vegetación se clasificaron los taxones en cuatro grupos correspondientes a la zona de páramo, bosque enano altoandino, bosque andino y bosque ecuatorial. Dicha clasificación corresponde a la propuesta por Salomons, J.B. (1989). De esta manera se pudieron establecer las diferentes variaciones ecológicas a lo largo de todo el registro. La utilización de dicho sistema puso de presente la necesidad de que se realicen estudios detallados de tipo botánico que identifiquen no sólo la composición florística sino también las especies diagnósticas de determinadas zonas de vida, ya que dicha información es muy precaria especialmente para el bosque andino.
- La muestra V1 correspondiente al suelo actual ubicado a 1.430 msnm presenta un importante componente del cinturón de páramo con una proporción del 12.10% y cuyo elemento principal son las Gramíneas, con una mínima representación de Senecio sp. y Plantago sp.
- Todas las muestras pertenecientes al miembro La Cuelga y al miembro Catalán, reflejan condiciones relativamente más frías que las actuales. De esta forma el miembro La Cuelga presenta las condiciones más extremas, con un descenso marcado de las líneas de bosque y con la máxima disminución del cinturón Subandino, con incremento tanto del cinturón de páramo como del cinturón enano andino.

Las muestras asociadas al miembro Catalán en general, presentan algunas similitudes con el suelo actual, pero con ligeros retrocesos de la línea de bosque.

- En la muestra V6 correspondiente a la Base del miembro Catalán se observa la aparición del *Alnus* sp indicando posiblemente que la edad máxima para dicho miembro es del orden del millón de años aproximadamente.
  - En la muestra V3B y V3T parte basal del miembro La Cuelga, se observa el incremento exagerado de gramíneas hasta valores superiores al 20%, que muestra una marcada disminución de la temperatura, siendo esta la zona más fría del espectro.
- Las muestras V2B y V2T alcanzan comparativamente una ligera mejora del clima manifestado en la disminución de Gramínea a costa del incremento de Cyatheas.
- Dada la potencia de los depósitos existentes en la mina de La Viborita, se requiere el desarrollo de investigaciones detalladas de campo sobre cada uno de los miembros de manera que permitan obtener una bioestratigrafía más precisa de la muestras y así correlacionar estos resultados con los realizados en otros sitios de las 3 cordilleras. Adicionalmente es importante realizar dataciones radiométricas que permitan ubicar en el tiempo los diferentes eventos identificados en los registros.
  - A pesar de múltiples intentos por obtener polen a partir de arcillas de la parte basal de la Formación La Viborita, es decir del miembro Alaskas, no fue posible. Lo que sugiere que condiciones fuertemente oxidantes como las que manifiesta haber sufrido esta secuencia, no son favorables para la preservación de palinomorfos.

## BIBLIOGRAFIA

- ARIAS, L. A. El Relieve de La Zona Central de Antioquia: Un Palimpsesto de eventos tectónicos y climáticos. Revista Facultad de Ingeniería N° 10. Universidad de Antioquia, Medellín ( Agosto 1995) p. 9-24.
- FEININGER, T.; BARRERO, D. y CASTRO, N. Geología de parte de los Departamentos de Antioquia y Caldas (Subzona II-B). Boletín Geológico, INGEOMINAS, Bogotá, Vol. 20, N° 2, 1972. 173 p.
- FEININGER, T.; RAMIREZ, O.; LOZANO, H. y VESGA, J. Mapa Geológico del Oriente del Departamento de Antioquia, Colombia. Escala 1:100.000. INGEOMINAS, Bogotá, 1970.
- HOLDRIDGE. L. R. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José de Costa Rica, 1978.
- HOOGHMSTRA. A., et al., The quaternary of Colombia. Vegetational and climate history of the high plain of Bogota, Colombia. A continuous record of the last 3.5 million year. Germany 1984. 368 p.
- MELIEF. Albert. B.M., Relation of pollen rain and vegetation in the Parque los Nevados Transect. studies on tropical andean ecosystems. Vol. 3, p. 517-537, Berlín 1989.

SALOMONS. J.B., Paleoeecology of volcanic soils in the Colombian Central Cordillera (Parque Nacional Natural de los Nevados. Studies on tropical andean ecosystems. Vol. 3: p. 15-217. Berlín, 1989.

THOURET. J.C. Suelos de la Cordillera Central, Transecto Parque de los Nevados. Studies on tropical andean ecosystems. Vol. 3: p. 293-443. Berlín, 1989.

THOURET. J.C. and Thomas van der HAMMEN. La secuencia Holocénica y tardiglacial en el parque de los nevados. Studies on Tropical Andean Ecosystems. La cordillera Central Colombiana. TPN. J Cramer p. 262-276. 1983

VAN DER HAMMEN. Thomas , Principios para la nomenclatura palinológica sistemática. Boletín Geológico. Bogotá. Vol 2, N° 2. Mayo, 1954. 21 p.

VAN DER HAMMEN Thomas y GONZALEZ, E. Historia del clima y la vegetación del pleistoceno superior y del holoceno de la Sabana de Bogotá. Boletín Geológico, Vol. 11, N° 1-3: p. 189-266. Bogotá. 1963.

VAN DER HAMMEN, Thomas y otros. Análisis Geográficos N° 24, El Cuaternario de la Sabana de Bogotá. IGAC. 1995.