

## PALINOMORFOS DEL CUATERNARIO SOBRE EL VALLE DEL RIO SAN EUGENIO (RISARALDA, COLOMBIA)

### QUATERNARY PALYNOMORPH FROM THE VALLEY OF THE RIVER SAN EUGENIO (RISARALDA, COLOMBIA)

MERCADO, G., JORGE<sup>1</sup> M.Sc, ACEITUNO, B. FRANCISCO<sup>2</sup> Ph.D, PEREZ, C., ALEXANDER<sup>3</sup> Dr.

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Facultad de Educación y Ciencias, Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia. <sup>2</sup>Departamento de Antropología, Universidad de Antioquia, Apartado 1226, Medellín, Colombia. <sup>3</sup>Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo Bioprospección Agropecuaria.

Correspondencia: [fjaceutuno@quimbaya.udea.edu.co](mailto:fjaceutuno@quimbaya.udea.edu.co), [jdmercado@gmail.com](mailto:jdmercado@gmail.com)

Recibido: 15 -04- 2012; Aceptado: 25-07-2012.

#### Resumen

Un análisis cualitativo de las observaciones palinológicas realizadas sobre un yacimiento arqueológico entre el Pleistoceno tardío hasta el Holoceno temprano sobre Santa Rosa de Cabal, Risaralda Colombia fue llevado a cabo como parte de una reconstrucción paleoecológica, dentro de la cual se analizaron un total de 71 muestras a partir de dos núcleos suelos volcánicos, La pochola 01 (47 muestras) y la pochola 02 (25 muestras). Con base en los datos de <sup>14</sup>C obtenidos de la Pochola 01 se pudo establecer que la edad más antigua es de 13.540±60 años A.P, en los 105 cm (Pleistoceno tardío) y la edad más reciente 6743±45 años a.P en los 57 cm, (Holoceno medio). Los resultados muestran que la preservación de los granos de polen en suelos volcánicos es alta, la diversidad y buena preservación. Un total de 67 especies fueron descritas dentro de las cuales se encuentran representantes de clases, Pteridophytos (11 especies), Pinopsida (1 especie) y Angiospermas (50 especies). Mediante este documento se pretende incrementar y contribuir al conocimiento palinológico del Cuaternario en la región del Cauca Medio.

**Palabras clave:** palinología, cuaternario, Cauca medio, bosques subandinos.

#### Abstract

Quantitative analysis of the palynological observations in an archaeological settlement between Late Pleistocene to Early Holocene in Santa Rosa de Cabal, Risaralda Colombia. A total of 71 samples were analysed over volcanic soils La pochola01 (47 samples) and La pochola02 (25 samples). The radiocarbon result

dated the oldest sample which is  $13.540 \pm 60$  years B.P in the 105 cm (Late Pleistocene) and the earliest sample which was  $6743 \pm 45$  years B.P in the 57 cm, (Early Holocene). Diversified, well preserved palynofloras were recognized. A total of 61 species were described, including species of the, Pteridophytes (11 species), Pinopsida (1 species) and Angiosperm (50 species). This paper aims to contribute an increase to the knowledge of the Quaternary palynoflora in the middle Cauca.

**Key word:** palynology, quaternary, middle Cauca, subandean forest.

## Introducción

Las reconstrucciones paleoambientales basadas en análisis palinológicos han sido importantes para entender el carácter dinámico de los ecosistemas naturales y la evolución de las poblaciones humanas que habitaron América sobre los últimos 10.000 años a.P (HOOGHIEMSTRA y VAN DER HAMMEN, 2004; HOOGHIEMSTRA *et al.*, 2006). Colombia ha jugado un papel importante durante el proceso de colonización y expansión humana por el continente; dada su ubicación geográfica fue el principal corredor de paso para ingresar a Suramérica y por tanto de gran importancia para entender la colonización en la región andina, así como la evolución de los procesos de domesticación y manejo del bosque (ACEITUNO y LOAIZA, 2007). La región conocida como el Cauca medio, ha sido uno de los principales corredores de expansión humana a través del continente, lo que hace de esta región de gran importancia a la hora de estudiar el comportamiento de la vegetación, el clima y la interacción del hombre con el medio. Gran parte de los valles del Cauca Medio, sobre el Pleistoceno final y el Holoceno medio, estuvieron ocupados por comunidades humanas (cazadores-recolectores), estas poblaciones manipularon su entorno para optimizar sus ocupaciones, manejando plantas autóctonas como *Dioscorea* sp. o *Xanthosoma* sp. y foráneas como el *Zea mays* o *Manihot* sp. (ACEITUNO y CASTILLO, 2005; ACEITUNO y LOAIZA, 2006).

La base fundamental para analizar los cambios en la estructura de diferentes ambientes boscosos sobre distintas latitudes geográficas, la dinámica climática de una región y la presión antrópica durante el Cuaternario han sido los análisis palinológicos aplicados a reconstrucciones paleoecológicas (BERRÍO *et al.*, 2001; PIPERNO y PEARSALL, 1998; WILLE *et al.*, 2001; WILLE *et al.*, 2000; ZARATE *et al.*, 2005); ya que las plantas son susceptibles a las variaciones climáticas, debido a sus niveles de tolerancia; y a la alteración antrópica, dependiendo de la estrategia de explotación por parte del hombre.

En este estudio se realiza una caracterización preliminar de la vegetación en las diferentes zonas de vida ubicadas en la Cuenca del río San Eugenio, basados en diversos estudios e inventarios realizados por los autores. De igual forma se presenta la primera parte de los palinomorfos estudiados en dos perfiles arqueológicos sobre los sedimentos volcánicos de la cuenca del Río san Eugenio, a través de descripciones palinológicas, ya que este lugar carece de catálogos, estudios o atlas palinológicos, que funcionen como una base o marco de referencia para mejorar la comprensión sobre la sensibilidad ecológica de los biomas andinos en el Cauca Medio, ante la influencia del hombre y el clima.

### **Materiales y Métodos**

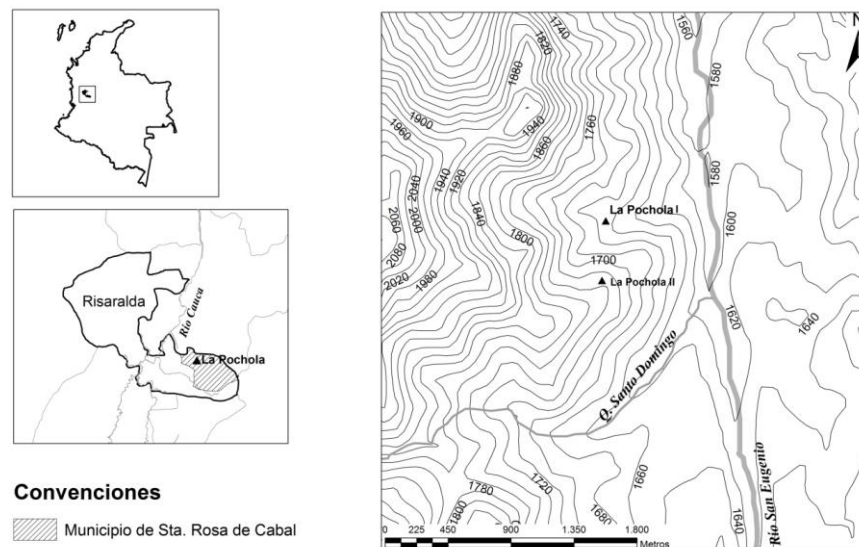
**Área de estudio.** El valle medio del río San Eugenio se encuentra en el municipio de Santa Rosa de Cabal, localizado en el piedemonte occidental de la Cordillera Central, en las coordenadas geográficas Latitud N 4° 53'32.7" y Longitud W 75° 38'01.9", en la región conocida como Cauca medio (Fig.1), dentro de los márgenes del bosque subandino (1.000 y 2.400 m). Los suelos de la zona de estudio se han desarrollado fundamentalmente a partir de un sustrato metasedimentario volcánico de edad cretácica (sedimento de mar profundo y lavas interestratificadas). En términos edafológicos pueden ser clasificados como metasedimentarios con cenizas volcánicas, con elevados porcentajes de materia orgánica y a una alta capacidad de intercambio de cationes, que hacen de estos suelos altamente fértiles (CASCAREDO *et al.*, 2001; CORTÉS, 1978; JARAMILLO *et al.*, 1994; SALOMONS, 1986).

Su valor palinológico radica en los agregados de minerales, materia orgánica, restos orgánicos, vidrios volcánicos, minerales primarios y secundarios; estos elementos son cementados por el alófono (un producto amorfo emanado por el rápido y alto calentamiento de los vidrios volcánicos), el cual genera ácido húmico (de ahí su nombre alófono húmico) que recude el pH entre 5,2 y 6,1. (SALOMONS, 1986); estas características hacen de estos suelos óptimos para la preservación de los granos de polen y esporas.

**Muestreo.** Los sedimentos fueron colectados directamente del sitio arqueológico la Pochola 01 y un sitio adyacente la Pochola 02, a través de la técnica de canaletas, la cual tiene la ventaja de extraer el perfil completo. En el laboratorio se realizó el muestro a intervalos de 3 cm para el análisis de polen. Las muestras fueron procesadas de acuerdo al método estándar de extracción, el cual incluye un tratamiento HCl, pirofosfato de sodio, HF y KOH y montaje en gelatina

glicerina. Para la identificación de los granos de polen y esporas fósiles fueron usados atlas polínicos (HERRERA y URREGO, 1996; HOOGHIEMSTRA, 1984; MERCADO-GÓMEZ, 2007; MERCADO-GÓMEZ *et al.*, 2007; ROUBIK y MORENO, 1991) y las colecciones de referencia de las palinotecas de las Universidades de Antioquia y Pamplona.

Todos los granos de polen y esporas identificados en este trabajo son descritos e ilustrados en las fotoláminas. El sufijo “tipo” es usado debido a que los granos hallados en el registro pueden tener afinidad a varios grupos de plantas. Los procedimientos y abreviaturas son los mismos que los citados por MERCADO-GÓMEZ, *et al.* (2011) para las descripciones de los polimorfos, siendo; Vista Ecuatorial: eje ecuatorial (E.E), eje polar (E.P), para el caso de los granos monoporados fue necesario utilizar abreviatura D.1, la cual es similar a D.E por dificultad al reconocer la polaridad. Las observaciones fueron realizadas en un equipo Olympus siguiendo la nomenclatura de FAEGRI e IVERSEN (1975) y PUNT *et al.*(1994). Todas las medidas son dadas en micrones y en lo posible se contaron 10 granos por entidad palinológica. Los palinomorfos son presentados en orden evolutivo, desde Pteridophyots, Pinopsida, Monocotiledoneas y Eucotiledoneas. Dentro de cada división las especies fueron arregladas en orden alfabético.

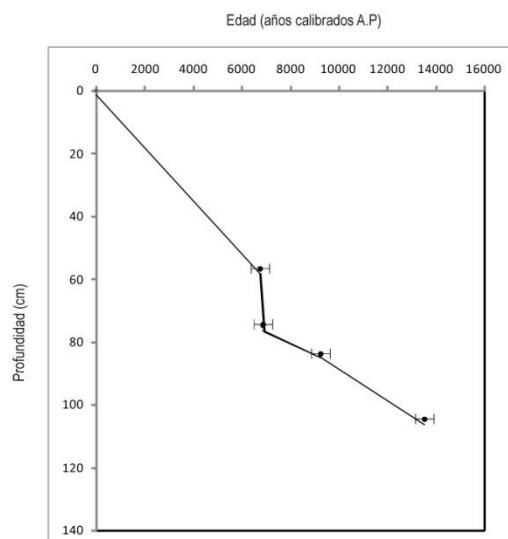


**Figura 1.** Cuenca del rio San Eugenio, mostrando los intervalos y curvas altitudinales. A la derecha se observan la ubicación geográfica del área de estudio en Santa Rosa de Cabal Risaralda-Colombia y a la izquierda la ubicación de Pochola 01 y Pochola 02

Para ubicar la formación del sitio en una escala temporal, se realizaron dataciones de  $^{14}\text{C}$  por medio del AMS (accelerator mass spectrometer) y calibradas en años calendario usando el software OxCal Ver. 3.5, a partir de muestras de carbón vegetal asociadas a los pisos de ocupación vinculados a los horizontes de suelo. Estos análisis fueron llevados a cabo en el Centro di Datazione e Diagnostica Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione, Università del Salento, Italia.

## Resultados

**Datos de radio carbono.** Con base a los datos de radiocarbono del AMS del sitio la Pochola 01 (Fig. 2), fue posible identificar las edades relativas dentro de la columna analizada, así como un control cronológico de los sedimentos. Los resultados de  $^{14}\text{C}$  indican que la edad más antigua data del  $13.540 \pm 60$  años a.P, en los 105 cm, correspondiendo al Pleistoceno tardío y la edad más reciente  $6743 \pm 45$  años a.P en los 57 cm, correspondiendo al Holoceno medio.



**Figura 2.** Cronología del registro la Pochola 01, basado en los datos de  $^{14}\text{C}$ , en relación a la profundidad. Los círculos negros representan el valor medio para cada edad relativa y las barras representan la desviación estándar

**Descripción de los palinomorfos y edad del sitio.** Fueron descritos entre esporas y granos de polen 62 especies, que incluyen: 11 especies de Pteridophytos, 1 especie de Pinopsida y 50 especies de Angiospermas.

### 1. Pteridophytos

#### 1.1. Familia Selaginellaceae

**Tipo *Selaginella*** (Lámina 1, Fig. 1-1a)

**Descripción:** Espora, simétrica radial, heteropolar, ámbito triangular obtuso-convexo; trilete, labrum ausente, curvatura ausente, laesura extendiéndose al ecuador, ápices agudos, comisura recta; esporodermo de  $1\mu\text{m}$  de grosor, escultura equinada en ambas caras, equinas de  $\leq 1\mu\text{m}$  de largo por  $0.5\mu\text{m}$  de ancho. **Dimensiones:** D.E  $14\mu\text{m}$ .

### 1.2. Familia Dryopteridaceae

#### **Tipo *Ctenitis*** (Lámina 1, Fig. 2-2a)

**Descripción:** Espora, simétrica bilateral, heteropolar, ámbito elíptico a circular; monolete, laesura de  $22\mu\text{m}$  de largo por  $1\mu\text{m}$  de ancho; esporodermo de una capa, de escultura psilada, perina presente con prominentes paredes ruguladas y espinadas. **Dimensiones:** D.1:  $25\mu\text{m}$ .

### 1.3. Familia Polypodiaceae

#### **Tipo *Grammitis*** (Lámina 1, Fig. 3-3a)

**Descripción:** Espora, radialmente simetría, ámbito circular; trilete, laesura alcanzando hasta el ecuador, labro de  $3\mu\text{m}$  de grosor; comisura ligeramente ondulada, curvatura ausente; hacia la región inter-radial, se observa una depresión fuerte; esporodermo de una capa de escultura verrugada en ambas caras, verrugas escabradas de formas variadas y homogéneas sobre toda la superficie del grano. **Dimensiones:** D.E  $35\mu\text{m}$ .

#### **Tipo *Microgramma*** (Lámina 1, Fig. 4)

**Descripción:** Espora, lateralmente plano convexa, ámbito elíptico a circular; monolete, laesura de  $30\mu\text{m}$  de largo por  $2\mu\text{m}$  de ancho; esporodermo de una capa, escultura verrugada en la cara distal, verrugas heterogéneas dispuestas sobre toda el lado distal; mientras que la cara proximal es reticulada. **Dimensiones:** D.E  $35\mu\text{m}$ .

#### **Tipo Polypodiaceae** (Lámina 1, Fig. 5-5a)

**Descripción:** Espora, lateralmente plano convexa, ámbito elíptico a circular; monolete, laesura de  $30\mu\text{m}$  de largo por  $2\mu\text{m}$  de ancho; esporodermo de una capa, escultura verrugada en la cara distal, verrugas heterogéneas dispuestas sobre toda el lado distal; mientras que la cara proximal es reticulada. **Dimensiones:** D.E  $42-52\mu\text{m}$ .

#### **Tipo Monoleteperinado** (Lámina 1, Fig. 6)

**Descripción:** Espora, lateralmente plano convexa, heteropolar, ámbito elíptico a circular; monolete, comisura de  $17\mu\text{m}$  de largo por  $1\mu\text{m}$  de ancho, labro  $\leq 1\mu\text{m}$  de

borde ondulado; esporodermo de 3 $\mu$ m de grosor, escultura reticulada, con lúmenes  $\geq$  2 $\mu$ m. **Dimensiones:** D.E 14 $\mu$ m.

#### 1.4. Familia Cyatheaceae

##### **Tipo *Cyathea* sp1** (Lámina 1, Fig. 7-7a)

**Descripción:** Espora, radialmente simétrica, heteropolar, ámbito triangular obtuso-convexo; trilete, laesura extendiéndose al ecuador, labro de 6 $\mu$ m de grosor, de borde ondulado, comisura ligeramente ondulada, curvatura ausente; esporodermo de 8 $\mu$ m de grosor, escultura rugulada a reticulada en la cara proximal; el lado distal es psilado. **Dimensiones:** D.E 44 $\mu$ m.

##### **Tipo *Cyathea* sp2** (Lámina 1, Fig. 8)

**Descripción:** Espora, radialmente simétrica, heteropolar, ámbito triangular obtuso-convexo; trilete, laesura extendiéndose hasta el ecuador; labro de 3 $\mu$ m de grosor; esporodermo 2 $\mu$ m de grosor, escultura verrugada en ambas caras. **Dimensiones:** D.E 22 $\mu$ m.

#### 1.5. Familia Dicksoniaceae

##### **Tipo *Dicksonia*** (Lámina 1, Fig. 9-9a)

**Descripción:** Espora, radialmente simétrica, heteropolar, ámbito triangular obtuso-convexo; trilete, laesura con ápices agudos extendiéndose al ecuador, labro de 6 $\mu$ m de grosor de borde recto, comisura ligeramente ondulada y curvatura imperfecta; esporodermo de 8 $\mu$ m de grosor, escultura rugulada a reticulada en la cara proximal; mientras que la cara distal es pislada. **Dimensiones:** D.E 44 $\mu$ m.

#### 1.6. Familia Lycopodiaceae

##### **Tipo *Lycopodium*** (Lámina 1, Fig. 10-10a)

**Descripción:** Espora, radialmente simétrica, heteropolar, ámbito triangular obtuso-convexo; trilete, laesura con ápices agudos extendiéndose al ecuador; comisura ligeramente ondulada y curvatura ausente; esporodermo de 2.5 $\mu$ m de grosor, escultura reticulada en ambas caras. **Dimensiones:** D.E 44 $\mu$ m.

#### 1.7. Familia Pteridaceae

##### **Tipo *Jamesonia*** (Lámina 1, Fig. 11-11a)

**Descripción:** Espora, radialmente simétrica, heteropolar, ámbito triangular obtuso-convexo; trilete, laesura con ápices agudos extendiéndose al ecuador; labro de 6 $\mu$ m de grosor de borde recto; comisura ligeramente ondulada y curvatura ausente; esporodermo de 8 $\mu$ m de grosor, escultura rugulada en ambas caras. **Dimensiones:** D.E 44 $\mu$ m.

## 2. Pinopsida

### 2.1. Familia Podocarpaceae

**Tipo *Podocarpus*** (Lámina 2, Fig. 12-12a)

**Descripción:** Mónada, sacado; el cuerpo basal inaberturado de tamaño mediano a grande y escultura escabrada. **Dimensiones:** 40 $\mu$ m por 60 $\mu$ m.

**Plantas con flores**

## 3. Monocotiledonea

### 3.1. Familia Araceae

**Tipo *Araceae*** (Lámina 2, Fig. 13)

**Descripción:** Mónada, apolar, ámbito esferoidal, tamaño del grano grande; inaberturado; exina tectada, escultura psilada. **Dimensiones:** D1 50-67 $\mu$ m.

**Tipo *Anthurium*** (Lámina 2, Fig. 14-14a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma oblado esferoidal (P/E 1.07); inaberturado triporado, poros de 1 $\mu$ m; exina semitectada de 1 $\mu$ m de grosor, escultura reticulada, lúmenes heterobrochados, muro y lumen  $\leq$ 1 $\mu$ m. **Dimensiones:** E.P 15 $\mu$ m; E.E 14 $\mu$ m.

**Tipo *Philodendrum*** (Lámina 2, Fig. 15)

**Descripción:** Mónada, heteropolar, simétrica bilateral, ámbito elíptico; monosulcado, margen de 1 $\mu$ m de ancho; exina tectada de 1 $\mu$ m de grosor, escultura psilada a escabrada. **Dimensiones:** E.P 19 $\mu$ m; E.E 25 $\mu$ m.

### 3.2. Familia Arecaceae

**Tipo *Bactris*** (Lámina 2, Fig. 16-16a)

**Descripción:** Mónada, heteropolar, simétrica bilateral, ámbito elíptico; trichotomosulcado, sulco de 24 $\mu$ m de largo por 2 $\mu$ m de ancho, margen de 2 $\mu$ m de grosor; exina semitectada de 2 $\mu$ m de grosor, columelas conspicuas, escultura reticulada, con lúmenes y muros homobrochados  $\leq$  1 $\mu$ m de forma angular. **Dimensiones:** E.P 32 $\mu$ m; E.E 29 $\mu$ m.

**Tipo *Geonomma*** (Lámina 2, Fig. 17)

**Descripción:** Mónada, heteropolar, simétrica bilateral, ámbito elíptico; trichotomosulcado; exina tectada de 2 $\mu$ m de grosor, columelas inconspicuas, escultura rugulada, rugulae distribuidas sobre toda la superficie del grano. **Dimensiones:** D.E 50 $\mu$ m.



### 3.3. Familia Bromeliaceae

#### Tipo Bromeliacea esp (Lámina 2, Fig. 18)

**Descripción:** Mónada, heteropolar, simetría bilateral, ámbito biconvexo; monosulcada, margen de 2 $\mu$ m de grosor; exina semitectada de 2.5 $\mu$ m de grosor, columelas conspicuas, escultura reticulada con lúmenes heterobrochados  $\geq$  2.5 $\mu$ m de grosor, disminuyendo hacia el contorno del grano. **Dimensiones:**E.P 60 $\mu$ m; E.E 45 $\mu$ m.

### 3.4. Familia Cyperaceae

#### Tipo Cyperaceae (Lámina 2, Fig. 19)

**Descripción:** Mónada, apolar, ámbito circular, tamaño del grano mediano; exina tectada de 1-2 $\mu$ m de grosor, escultura psilada. **Dimensiones:**D.1 28 - 34 $\mu$ m.

### 3.5. Familia Poaceae

#### Tipo Zea mays (Lámina 2, Fig. 20)

**Descripción:** Mónada, apolar, simétrica radial, ámbito circular, grano de gran tamaño; monoporado, poro de 3 $\mu$ m de largo por 8 $\mu$ m de ancho, anillo de 3 $\mu$ m de grosor; exina tectada de 3 $\mu$ m de grosor, escultura micro-reticulada. **Dimensiones:**D1: 82 $\mu$ m.

#### Tipo Poaceae sp1 (Lámina 2, Fig. 21)

**Descripción:** Mónada, apolar, simétrica bilateral, ámbito circular, grano de tamaño medio; monoporado, poro de 2 $\mu$ m de largo por 5 $\mu$ m de ancho, anillo de 2 $\mu$ m de grosor con un margen semidentado; exina tectada de 2 $\mu$ m de grosor, escultura psilada a escabrada. **Dimensiones:**D1: 25 $\mu$ m.

#### Tipo Poaceae sp2 (Lámina 2, Fig. 22)

**Descripción:** Mónada, apolar, simétrica radial, ámbito circular, grano de tamaño medio; monoporado, poro de 5 $\mu$ m de largo por 7 $\mu$ m de ancho, anillo de 2 $\mu$ m de grosor; exina tectada de 2 $\mu$ m de grosor, escultura perforada. **Dimensiones:**D1: 42 $\mu$ m.

## 4. Eucotiledoneas

### 4.1. Familia Acanthaceae

#### Acanthaceae (Lámina 2, Fig. 23-23a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma prolado (P/E 1.3); tricolpado, colpos de 17 $\mu$ m de largo por 2 $\mu$ m de ancho, con margen de 2 $\mu$ m de

grosor; exina tectada de 3 $\mu$ m de grosor, columelas conspicuas, escultura escabrada a perforada. **Dimensiones:** E.P 22 $\mu$ m; E.E 16 $\mu$ m.

#### 4.2. Familia Amaranthaceae

**Tipo *Amaranthus*** (Lámina 2, Fig. 24-24a)

**Descripción:** Mónada, apolar, asimétrica, ámbito elíptico, ámbito esferoidal; tamaño del grano mediano; periporado entre 18 a 22 poros circulares de 3 $\mu$ m; exina semitectada de 3 $\mu$ m de grosor, escultura reticulada de lúmenes heterobrocados. **Dimensiones:** D1: 30 $\mu$ m.

#### 4.3. Familia Anacardiaceae

**Tipo Anacardiaceae** (Lámina 2, Fig. 25-25a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito circular, subprolado (P/E 1.16), área polar mediana (I.A.P: 0.33), tamaño del grano pequeño; tricolporado, colpos estrechos de 17 $\mu$ m de largo por 2 $\mu$ m de ancho, poro lalongado de 2 $\mu$ m de largo por 4 $\mu$ m de ancho; exina tectada de 1 $\mu$ m de grosor, escultura estriada. **Dimensiones:** E.P 21 $\mu$ m; E.E 18 $\mu$ m; D.E 18 $\mu$ m; L.A 6 $\mu$ m.

#### 4.4. Familia Apocynaceae

**Tipo *Lacmellea*** (Lámina 2, Fig. 26-26a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica bilateral o radial, ámbito elíptico, forma prolado (P/E 1.33); diporado a triporado, poros de 3 $\mu$ m de largo por 4 $\mu$ m de ancho, de forma circular; exina  $\geq$ 1 $\mu$ m de grosor, tectada y de escultura psilada. **Dimensiones:** E.P 12 $\mu$ m; E.E 20 $\mu$ m; D.E 14 $\mu$ m.

#### 4.5. Familia Aquifoliaceae

**Tipo *Ilex*** (Lámina 2, Fig. 27)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma prolado (P/E 1.15); tricolporado, colpos de 17 $\mu$ m de largo por 3 $\mu$ m de ancho, constrictos hacia el ecuador; poros pequeños, lalongados de 2 $\mu$ m de largo por 3 $\mu$ m de ancho; exina intectada, escultura clavada, clavas de diferentes tamaños, variando entre 2-4 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho. **Dimensiones:** E.P 22 $\mu$ m; E.E 30 $\mu$ m.

#### 4.6. Familia Asteraceae

**Tipo *Ambrosia*** (Lámina 3, Fig. 28)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma oblado (P/E 1.04); tricolporado, colpos de 17 $\mu$ m de largo por 3 $\mu$ m de ancho; poros pequeños, lalongados de 2 $\mu$ m de largo por 3 $\mu$ m de ancho; exina tectada de escultura

equinada, equinas de forma triangular y ápices agudos. **Dimensiones:** E.P 22 $\mu$ m; E.E 21 $\mu$ m.

**Tipo *Sonchus*** (Lámina 3, Fig. 29-29a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma esferoidal (P/E 1); exina semitectada de 4 $\mu$ m de grosor; escultura equino-fenestrada, muros de 4 $\mu$ m de grosor, lagunas rectangulares de 5 $\mu$ m, espinas delgadas de 3 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho, triangular y de ápices agudos. **Dimensiones:** D.E 25 $\mu$ m.

**Tipo *Acmella*** (Lámina 3, Fig. 30-30a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma subprolado (P/E 1.16); tricolporado, colpo de 11 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho, poros lalongados de 1 $\mu$ m de largo por 2 $\mu$ m de ancho; exina tectada  $\leq$ 1 $\mu$ m de grosor, escultura equinada, equinas de forma triangular y ápices agudos. **Dimensiones:** E.P 14 $\mu$ m; E.E 12 $\mu$ m.

**Tipo *Asteraceae sp1*** (Lámina 3, Fig. 31)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma oblado esferoidal (P/E 0.94); tricolporado, colpo de 10 $\mu$ m de largo por 2 $\mu$ m de ancho, poros lalongados; exina tectada  $\leq$ 1 $\mu$ m de grosor, escultura equinada, equinas de forma triangular y ápices agudos. **Dimensiones:** E.P 17 $\mu$ m; E.E 18 $\mu$ m.

**Tipo *Asteraceae sp2*** (Lámina 3, Fig. 32)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma prolado esferoidal (P/E 1.04); tricolporado, colpo de 12 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho, poros lalongados; exina tectada de 4 $\mu$ m de grosor, escultura equinada, equinas de forma triangular y ápices agudos. **Dimensiones:** E.P 25 $\mu$ m; E.E 24 $\mu$ m.

#### 4.7. Familia *Betulaceae*

**Tipo *Alnus*** (Lámina 3, Fig. 33)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito poligonal; estefanoporado (3, 4, 5, 6 o 7), poros circulares de 1 $\mu$ m, anillo de 1 $\mu$ m de grosor, sobresaliente, poros unido por una banda o arco; exina tectada <1 $\mu$ m de grosor, escultura escabrada a psilada. **Dimensiones:** D.E 29 $\mu$ m.

#### 4.8. Familia *Bignoniaceae*

**Tipo *Tabebuia*** (Lámina 3, Fig. 34)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma sub-prolada (P/E 1.3); tricolpado, colpos largos y estrechos de 29 $\mu$ m de largo por 3 $\mu$ m de ancho; exina

semitectada de 3 $\mu$ m de grosor, de escultura reticulada, lúmenes homobrochados.  
**Dimensiones:** E.P 38 $\mu$ m; E.E 28 $\mu$ m.

#### 4.9. Familia Begoniaceae

**Tipo *Begonia*** (Lámina 3, Fig. 35)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma perprolado (P/E 2); tricolporado, colpos de 20 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho, costa de 1 $\mu$ m de grosor, poro lalongado y operculado; exina semitectada, escultura micro-reticulada, lúmenes homobrochados. **Dimensiones:** E.P 20 $\mu$ m E.E 10 $\mu$ m.

#### 4.10. Familia Cecropiaceae

**Tipo *Cecropia*** (Lámina 3, Fig. 36)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica bilateral, forma subprolado (P/E 1.28); diporado, poros circulares de 1 $\mu$ m, anulados; exina tectada <1 $\mu$ m de grosor, escultura escabrada a psilada. **Dimensiones:** E.P 9 $\mu$ m; E.E 7 $\mu$ m.

#### 4.11. Familia Clethraceae

**Tipo *Clethra*** (Lámina 3, Fig. 37)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial de ámbito circular, forma oblado esferoidal (P/E 0.92); tricolporado, colpos estrechos de 12 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho, costa de <1 $\mu$ m de grosor, poro lalongado y puede o no ser visible; exina tectada de 1 $\mu$ m de grosor, escultura psilada a escabrada. **Dimensiones:** E.P 12 $\mu$ m; E.E 13 $\mu$ m.

#### 4.12. Familia Cloranthaceae

**Tipo *Hedyosmum*** (Lámina 3, Fig. 38)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito circular, tamaño del grano mediano; inaberturado; exina intectada, escultura clavada, clavas de 1 $\mu$ m de largo por <1 $\mu$ m de ancho, distribuidas densamente en la superficie del grano. **Dimensiones:** D1: 25-30 $\mu$ m.

#### 4.13. Familia Cucurbitaceae

**Tipo *Melothriapendula*** (Lámina 3, Fig. 39-39a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito triangular obtuso-convexo, forma prolado esferoidal (P/E 1.02), área polar grande (I.A.P: 0.51), tamaño del grano mediano; tricolporado, colpos de 27 $\mu$ m de largo por 3 $\mu$ m de ancho, poro lalongado de 6 $\mu$ m de largo por 8 $\mu$ m de ancho; exina semitectada de 5 $\mu$ m de ancho, escultura reticulada, con lúmenes homobrochados y ovalados  
**Dimensiones:** E.P 46 $\mu$ m; E.E 45 $\mu$ m; D.E 49 $\mu$ m; L.A 25 $\mu$ m.

#### 4.14. Familia Cunoniaceae

**Tipo *Weinmannia*** (Lámina 3, Fig. 40-40a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma subprolado (P/E 1.2); tricolporado, colpos de 9 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho; exina semitectada de 1.2 $\mu$ m de grosor, escultura microreticulada, lumen homobrochado. **Dimensiones:** E.P 12 $\mu$ m; E.E 10 $\mu$ m.

#### 4.15. Familia Euphorbiaceae

**Tipo *Acalypha*** (Lámina 3, Fig. 41)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito cuadrangular obtuso-recto, en algunos casos más o menos circular, tamaño del grano pequeño; estefanocolporado, entre 4 a 5 colporos, brevicolpos únicamente visibles en 100X; exina tectada de 1.2 $\mu$ m de grosor, escultura psilada a ligeramente escabrada. **Dimensiones:** D.E 22 $\mu$ m.

**Tipo *Faramea*** (Lámina 3, Fig. 42-42a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito triangular obtuso-convexo o cuadrangular, forma peroblado a oblado (P/E 1.5), tamaño del grano pequeño; estefanoporado, 3-4 poros circulares de 3 $\mu$ m, vestibulum y aspide presentes; exina semitectada de 1 $\mu$ m de grosor, escultura reticulada con lúmenes homobrochados. **Dimensiones:** D.E 21 $\mu$ m; E.P 14 $\mu$ m; E.E 23 $\mu$ m.

**Tipo *Ricinus communis*** (Lámina 3, Fig. 43-43a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito triangular obtuso-convexo, forma oblado esferoidal (P/E 0.94), área polar pequeña (I.A.P: 0.22), tamaño del grano mediano; tricolporado, colpos de 27 $\mu$ m de largo por 2.5 $\mu$ m de ancho, margen de 1 $\mu$ m de grosor, poro lalongado de 4 $\mu$ m de largo por 4.5 $\mu$ m de ancho; exina semitectada de 3 $\mu$ m de grosor, escultura reticulada, lúmenes homobrochados. **Dimensiones:** E.P 35 $\mu$ m; E.E 37 $\mu$ m; D.E 35 $\mu$ m; L.A 8 $\mu$ m.

#### 4.16. Familia Ericaceae

**Tipo *Bejaria*** (Lámina 4, Fig. 44-44a)

**Descripción:** Tétrada tetrahedral; Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito circular, tamaño del grano mediano, área polar grande (I.A.P: 0.63); brevitricolporados; exina tectada de 3.4 $\mu$ m de grosor, escultura rugulada. **Dimensiones:** Tétrada: D1 51 $\mu$ m; D2 53 $\mu$ m; Mónada: D.E 37 $\mu$ m; L.A 22 $\mu$ m.

#### 4.17. Familia Fabaceae

**Tipo *Dalea*** (Lámina 4, Fig. 45)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma prolado (P/E 1.9); tricolpado, colpos estrechos de 27 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho; exina semitectada, escultura reticulada, lúmenes homobrochados, los cuales reducen su tamaño hacia el mesocolpo. **Dimensiones:** E.P 31 $\mu$ m; E.E 16 $\mu$ m.

#### 4.18. Familia Fagaceae

**Tipo *Quercus*** (Lámina 4, Fig. 46)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma prolado (P/E 1.75); tricolporado, colpos de 20 $\mu$ m de largo por 2 $\mu$ m de ancho, margen de 2 $\mu$ m de grosor, colpos constreñidos hacia el ecuador; exinatectada de 1.8 $\mu$ m de grosor, escultura escabrada. **Dimensiones:** E.P 28 $\mu$ m; E.E 16 $\mu$ m.

#### 4.19. Familia Gesneriaceae

**Tipo *Besleria*** (Lámina 4, Fig. 47)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma prolado (P/E 1.6); tricolpado, colpos estrechos de 21 $\mu$ m de largo por 2 $\mu$ m de ancho, margen de 1.2 $\mu$ m de grosor; exina semitectada de 3 $\mu$ m de grosor, escultura micro-reticulada, lúmenes homobrochados < 1 $\mu$ m de forma ovalada. **Dimensiones:** E.P 24 $\mu$ m; E.E 15 $\mu$ m.

#### 4.20. Familia Malpighiaceae

**Tipo *Stigmaphyllon*** (Lámina 4, Fig. 48-48a)

**Descripción:** Mónada, apolar, ámbito circular, grano pequeño (20 $\mu$ m), periporado, 6 poros ovals de 3 $\mu$ m, anillo entre  $\leq$ 1 $\mu$ m de grosor; exina tectada de 3 $\mu$ m de grosor, escultura psilada. **Dimensiones:** D1: 20 $\mu$ m.

#### 4.21. Familia Malvaceae

**Tipo Malvaceae** (Lámina 4, Fig. 49)

**Descripción:** Mónada, apolar, ámbito circular, grano de gran tamaño; periporado, 12 poros de 3 $\mu$ m largo por 2 $\mu$ m de ancho; exina tectada de 5 $\mu$ m de grosor, columelas conspicuas, escultura equinada, equinas de 5 $\mu$ m de largo por 3 $\mu$ m de ancho, sobre toda la superficie del grano; los espacios entre las espinas presentan una superficie gemada. **Dimensiones:** D1: 70 $\mu$ m.

#### 4.22. Familia Melastomataceae

**Tipo Melastomataceae** (Lámina 4, Fig. 50-50a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito circular, forma suprolado (P/E 1.14), área polar muy pequeña (I.A.P: 0.15), tamaño del grano pequeño; heteroestefanocolporado, con 3 colporos y 3 pseudocolpos de 12 $\mu$ m de largo por

2 $\mu$ m de ancho; exina tectada de 1 $\mu$ m de grosor, escultura psilada, escabrada y micro-reticulada. **Dimensiones:** E.P 16 $\mu$ m; E.E 14 $\mu$ m; D.E 13 $\mu$ m; L.A 2 $\mu$ m.

#### 4.23. Familia Mimosaceae

**Tipo Mimosaceae** (Lámina 4, Fig. 51-51a)

**Descripción:** Poliade de 14 a 16 granos simétricamente arreglados 3-3 o 3-4, forma elíptica a circular; grano aislado: apolar, asimétrico; inaberturado; exina tectada de 1 $\mu$ m de grosor, escultura psilada. **Dimensiones:** Poliade D.1 60-50 $\mu$ m; Monada: 13-15 $\mu$ m.

#### 4.24. Familia Moraceae

**Tipo Moraceae** (Lámina 4, Fig. 52)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito circular, forma suboblado (P/E 0.85); triporado, 3 poros de 1 $\mu$ m; exina tectada de 1 $\mu$ m de grosor, escultura escabrada a micro-reticulada. **Dimensiones:** E.P 12 $\mu$ m; E.E 14 $\mu$ m; D.E 14 $\mu$ m.

#### 4.25. Familia Muntingiaceae

**Tipo Muntingia** (Lámina 4, Fig. 53)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito triangular obtuso-convexo, forma prolado (P/E 1.31), área polar mediana (I.A.P: 0.28), tamaño del grano pequeño; tricolporado, colpos estrechos de 16 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho, poros alargados de 2 $\mu$ m de largo por 4 $\mu$ m de ancho; exina semitectada de  $\leq$  3 $\mu$ m de grosor, escultura reticulada, con lúmenes homobrochados. **Dimensiones:** E.P 21 $\mu$ m; E.E 16 $\mu$ m; D.E 13-15 $\mu$ m; L.A 4 $\mu$ m.

#### 4.26. Familia Myrcinaceae

**Tipo Ardisia** (Lámina 4, Fig. 54-54a)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito circular a elíptico, forma subprolado (P/E 1.18), área polar mediana (I.A.P: 0.30); tricolporado, colpos de 17 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho; exina semitectada de escultura reticulada.

**Dimensiones:** E.P 19 $\mu$ m; E.E 16 $\mu$ m; D.E 20 $\mu$ m; L.A 6 $\mu$ m.

**Tipo Myrcine** (Lámina 4, Fig. 55)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito cuadrangular; tetracolporado, área polar mediana (I.A.P: 2.2); exina tectada de 3 $\mu$ m de grosor, escultura psilada a reticulada. **Dimensiones:** D.E 22 $\mu$ m; L.A 10 $\mu$ m.

#### 4.27. Familia Myrtaceae

**Tipo Myrtaceae** (Lámina 4, Fig. 56)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito triangular obtusoconvexo; parasyncolpado; anillo presente de 3 $\mu$ m de grosor; exina tectada de 2 $\mu$ m de grosor, escultura psilada a escabrada. **Dimensiones:** D.E 28 $\mu$ m.

#### 4.28. Familia Piperaceae

**Tipo *Peperomia*** (Lámina 4, Fig. 57)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica bilateral, forma a subprolado (P/E 1.4); monocolpado, colpo de 7 $\mu$ m de largo por 1 $\mu$ m de ancho; exina tectada  $\leq$  1 $\mu$ m de grosor, escultura gemada. **Dimensiones:** E.P 10 $\mu$ m; E.E 7 $\mu$ m.

**Tipo *Piper*** (Lámina 4, Fig. 58)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica bilateral, forma subprolado (P/E 1.4); monocolpado, colpo de 8 $\mu$ m de largo por 2 $\mu$ m de ancho; exina tectada  $\leq$  1 $\mu$ m de grosor, psilada a ligeramente escabrada. **Dimensiones:** E.P 13 $\mu$ m; E.E 9 $\mu$ m.

#### 4.29. Familia Rosaceae

**Tipo Rosaceae** (Lámina 4, Fig. 59)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito triangular obtusoconvexo, forma prolado esferoidal (P/E 1.14), área polar mediana (I.A.P: 0.44), tamaño del grano mediano; tricolporado, colpos de 20 $\mu$ m de largo por  $\geq$  3 $\mu$ m de ancho, poro lalongado de 2 $\mu$ m de largo por 1.6 $\mu$ m de ancho; exina tectada  $\geq$  1.6 $\mu$ m de grosor, escultura psilada a escabrada. **Dimensiones:** E.P 27 $\mu$ m; E.E 21 $\mu$ m; D.E 25 $\mu$ m; L.A 11 $\mu$ m.

#### 4.30. Familia Rubiaceae

**Tipo *Borreria*** (Lámina 4, Fig. 60)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito circular, forma circular (P/E 1), área polar grande (I.A.P: 0.52), tamaño del grano entre pequeño a mediano; estefanocolporado, 9 colporos, brevicolpos de 13 $\mu$ m de largo por 2 $\mu$ m de ancho, poros pequeños y circulares de 1 $\mu$ m; exina semitectada de 3 $\mu$ m de grosor, escultura reticulada, con lúmenes homobrochados. **Dimensiones:** E.P 25 $\mu$ m; E.E 25 $\mu$ m; D.E 25 $\mu$ m; L.A 13 $\mu$ m.

**Tipo Rubiaceae** (Lámina 4, Fig. 61)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito triangular obtusoconvexo, forma prolado esferoidal (P/E 1.2), área polar mediana (I.A.P: 0.28), tamaño del grano pequeño; tricolporado, colposestrechos de 15 $\mu$ m de largo por 2 $\mu$ m de ancho, poro lalongado de 1 $\mu$ m de largo por 3 $\mu$ m de ancho; exina



semitectada de 3µm de grosor, escultura reticulada, con lúmenes homobrochados.

**Dimensiones:** E.P 24µm; E.E 20µm; D.E 21µm; L.A 6µm.

#### 4.31. Familia Salicaceae

**Tipo Casearia** (Lámina 4, Fig. 62)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, ámbito circular, forma oblado esferoidal (P/E 0.93), área polar mediana (I.A.P: 0.26), tamaño del grano pequeño; estefanocolporado, 4 colporos de 12µm de largo por 2µm de ancho, poros circulares de 2µm; exina tectada de 2µm de grosor, escultura psilada.

**Dimensiones:** E.P 15µm; E.E 16µm; D.E 15µm; L.A 4µm.

#### 4.32. Familia Solanaceae

**Tipo Solanun** (Lámina 4, Fig. 63)

**Descripción:** Mónada, isopolar, simétrica radial, forma subprolado (P/E 1.17); tricolporado, colpos de 16µm de largo por 1µm de ancho, costa de 2µm de grosor, poros alargados de 4µm de largo por 7µm de ancho, formando un endocingulum; exina tectada de 2µm de grosor, escultura psilada, escabrada a perforada.

**Dimensiones:** E.P 19µm; E.E 18µm.

### Consideraciones finales

Los resultados obtenidos en este estudio, son fundamentales para incrementar y contribuir al conocimiento palinológico del Cuaternario en la región del Cauca Medio. Los resultados muestran que la preservación de los granos de polen en suelos volcánicos es alta, la diversidad y buena preservación. Un total de 62 especies fueron descritas dentro de las cuales se encuentran representantes de clases Pteridophytoscon 11 especies de las familias Sellaginellaceae, Dryopteridaceae, Polypodiaceae, Cyatheaceae, Dicksoniaceae, Lycopodiaceae y Pteridaceae, siendo la familia con mayor número de especies Polypodiaceae y Cyatheaceae.

Dentro de las plantas con semillas se encontraron 51 especies distribuidas en 1 Pinopsida, 50 Angiospermas. Dentro de las Angiospermas se establecieron varias familias de Monocotiledoneas siendo la más representativa fue la Poaceae; mientras que dentro de las Eucotiledoneas las Familias Asteraceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae fueron las más abundantes.

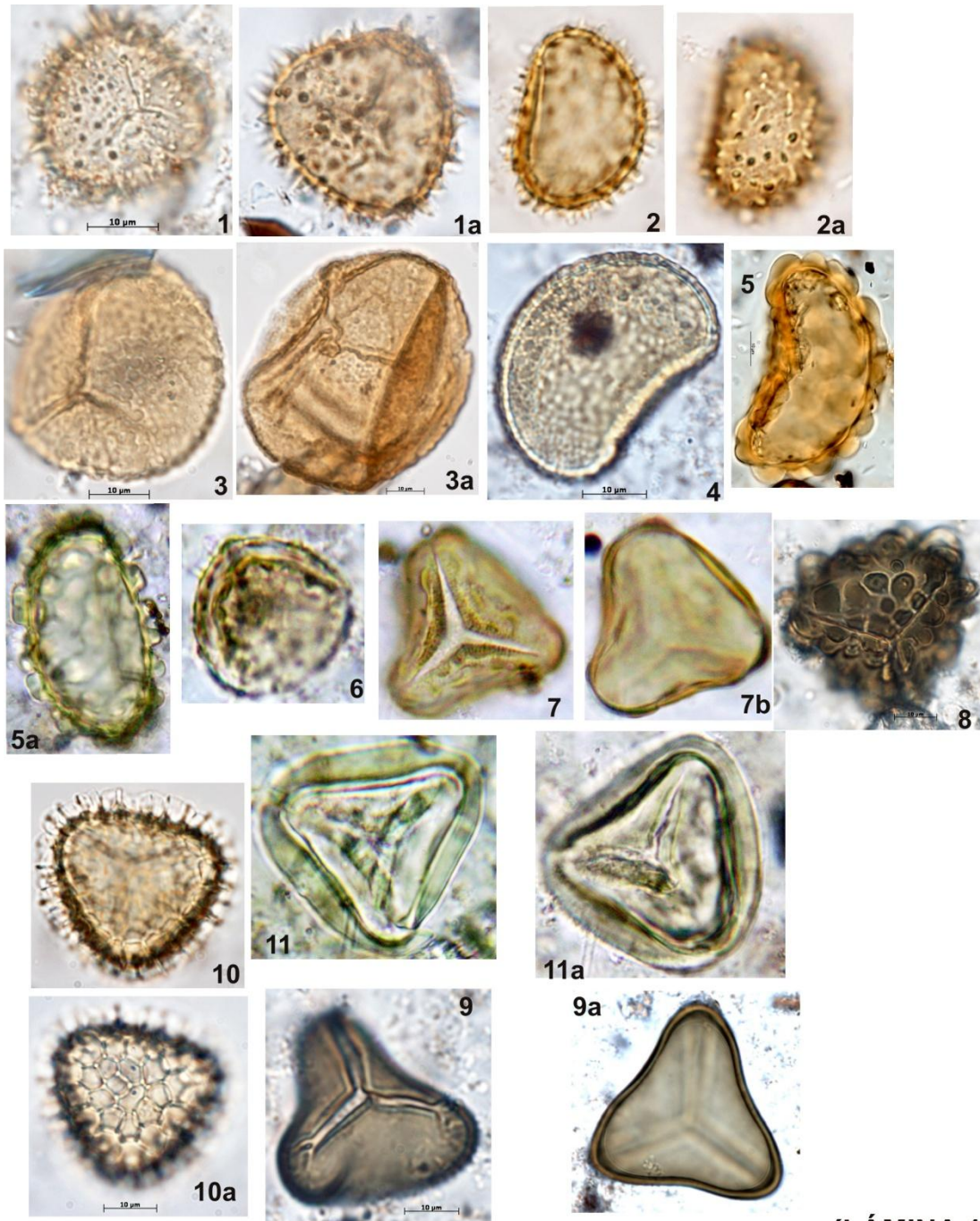
Por otra parte, es importante resaltar que dentro de los granos encontrados se hallaron varias especies con posible uso antrópico como Solanaceae y Poaceae. A

la familia Solanaceae pertenece el pepino llorón (*Solanum caripense*) y el lulo (*Solanumquitoense*), mientras que a la familia Poaceae se encuentra el maíz (*Zea mays*), una planta domesticada que depende claramente del ser humano. Un hallazgo importante es la aparición de los granos de polen de *Amaranthus* sp., el cual ha sido descrito como una especie de alto valor nutritivo (DULL, 2007) y registrado en el Porce Medio (CASTILLO y ACEITUNO, 2006) como un taxón posiblemente cultivado. Aunque es importante tener en cuenta que en muchos casos especies de este género mantienen una clara preferencia hacia lugares que han sido perturbados y pueden ser encontradas como plantas adventicias al maíz (DULL, 2007).

En la cuenca del río San Eugenio, los suelos formados a partir de la sedimentación de cenizas volcánicas presentan una concentración polínica suficiente para llevar a cabo un estudio palinológico detallado, en una zona que carece de cuencas sedimentarias para el depósito y conservación de polen. Sin embargo, el alcance de los análisis palinológicos en sedimentos volcánicos es limitado en cuanto a los cambios e interpretaciones climáticas (MERCADO y ACEITUNO, en prep.), ya que estos sedimentos solo captan el polen de la vegetación alrededor del punto muestreado. Por consiguiente, las inferencias climáticas realizadas a partir de sedimentos volcánicos tienen más implicaciones a nivel local que regional, siendo necesario soportar y comparar los cambios climáticos con registros de polen regionales (MERCADO y ACEITUNO, en prep.).

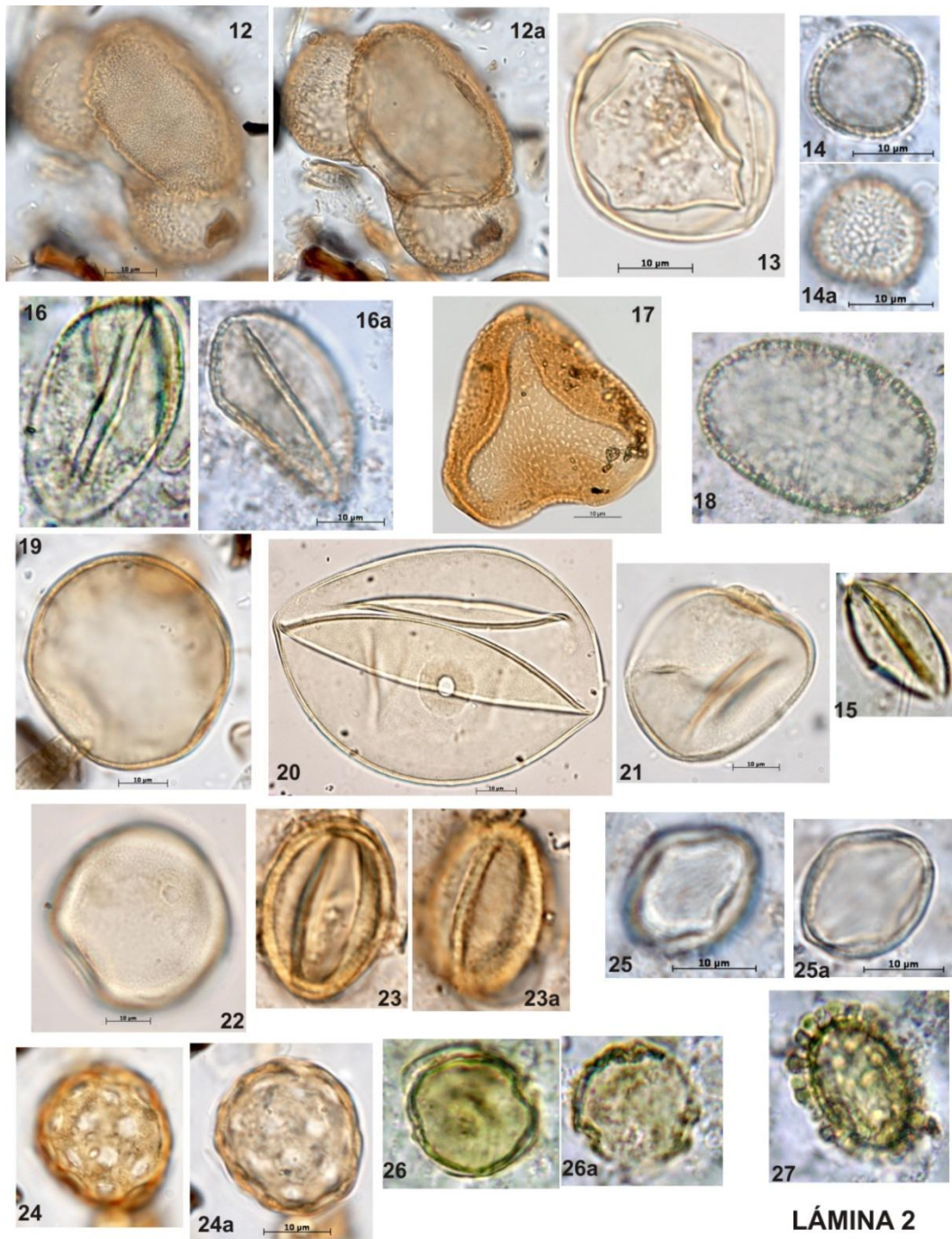
### **Agradecimientos**

El autor expresa sus agradecimientos a Ramiro Fonnegra por la revisión del manuscrito y al Comité para el Desarrollo de la Investigación (CODI) de la Universidad de Antioquia por el financiamiento al proyecto, al posgrado en biología y a la Universidad de Antioquia.



**LÁMINA 1**

**Lámina 1.** *Selaginella* 1-1a; *Ctenitis* 2-2a; *Grammitis* 3-3a; *Microgramma* 4; Polyodiaceae 5-5a; Monoletesperinado 6; *Cyathea* sp1 7-7a; *Cyathea* sp2 8; *Dicksonia* 9-9a; *Lycopodium* 10-10a; *Jamesonia* 11-11a.



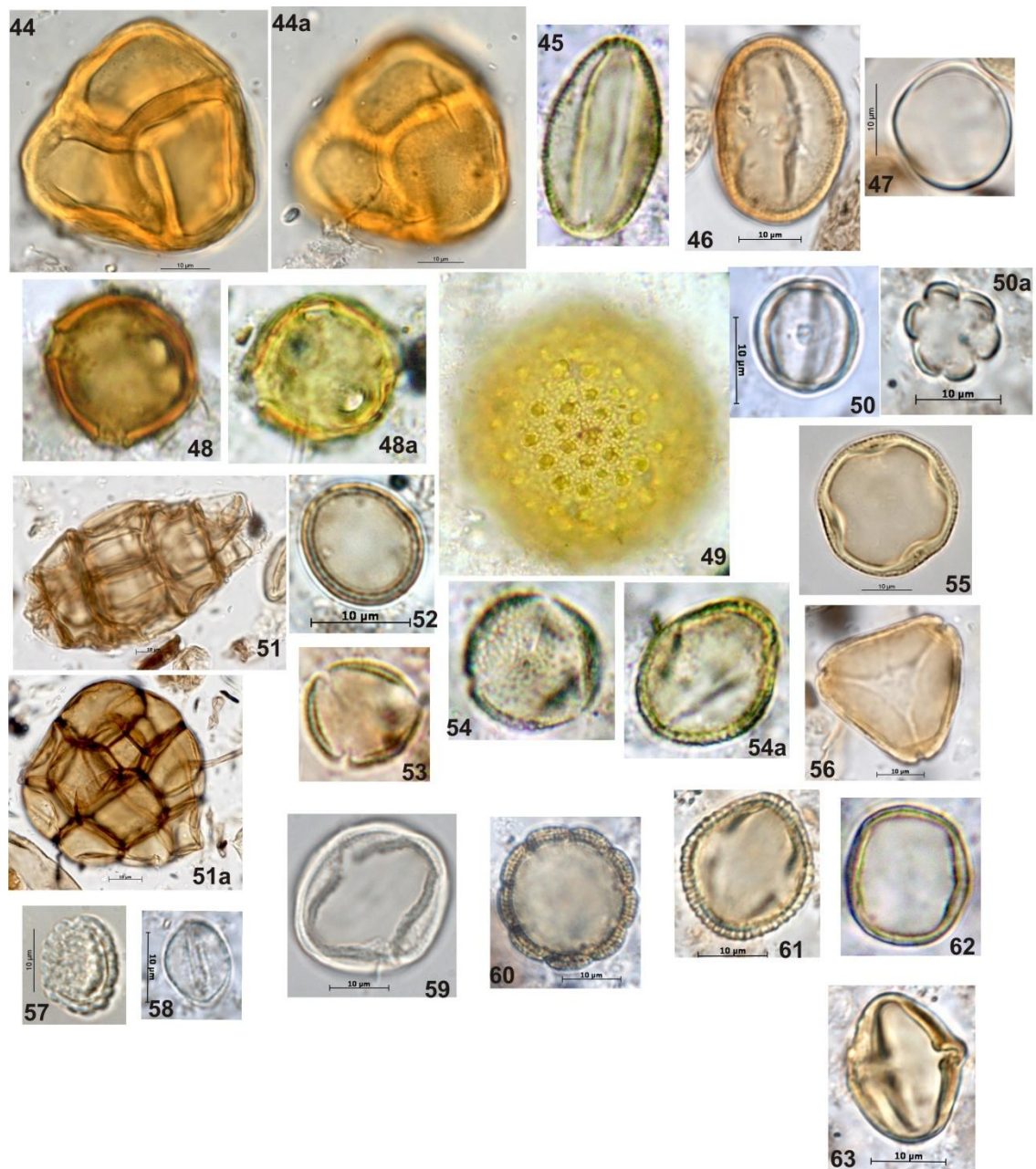
**LÁMINA 2**

**Lámina 2.** *Podocarpus* 12-12a; Araceae 13; *Anthurium* 14-14a; *Philodendrum* 15; *Bactris* 16-16a; *Geonomma* 17; Bromeliaceae sp1 18; Cyperaceae 19; *Zea mays* 20; Poaceae sp1 21; Poaceae sp2 22.



**LÁMINA 3**

**Lámina 3:** *Ambrosia* 28; *Sonchus*29-29a; *Acmella*30-30a; *Asteraceae* sp1 31; *Asteraceae* sp2 32; *Alnus* 33; *Tabebuia* 34; *Begonia* 35; *Cecropia* 36; *Clethra*37; *Hedyosmum* 38; *Melothriapendula*39-39a; *Weinmannia*40-40a; *Acalypha*41; *Faramea*42-42a; *Ricinuscommunis*43-43a.



**LÁMINA 4**

**Lámina 4.** *Bejaria*44-44a; *Dalea* 45; *Quercus*46; *Besleria*47; *Stigmaphyllon*48-48a; Malvaceae 49-49a; Melastomataceae50-50a; Mimosaceae 51-51a; Moraceae 52; *Muntingia*53; *Ardisia*54-54a; *Myrcine*55; Myrtaceae56; *Peperomia*57; *Piper*58; Rosaceae59; *Borreria*60; Rubiaceae61; *Casearia* 62; *Solanun* 63.

## Referencias

ACEITUNO F.J.; CASTILLO N. 2005. Mobility strategies in Colombia's middle mountain range between the early and middle Holocene. *Before Farming* 2 (2):1-17.

ACEITUNO F.J.; LOAIZA N. 2006. Ecología histórica en sociedades de pequeña escala Págs. 21-25 en F.J. Aceituno; N. Loaiza (ed.). *Domesticación del bosque en el Cauca medio colombiano entre el Pleistoceno final y el Holoceno medio*. Universidad de Antioquia y ICANH, Medellín

ACEITUNO F.J.; LOAIZA N. 2007. *Domesticación del bosque en el Cauca medio colombiano entre el Pleistoceno final y el Holoceno medio*: British Archaeological Reports. International Series, 1654. Oxford, Archaeopress.

BERRÍO J.C.; BOOM A.; BOTERO P.J.; HERRERA L.F.; HOOGHIEMSTRA H.; ROMERO F.; SARMIENTO G. 2001. Multi-disciplinary evidence of the Holocene history of a cultivated floodplain area in the wetlands of northern Colombia. *Vegetation history and archaeobotany* 10(3):161-174.

CASCAREDO A.C.; KLAUDIA O.; LOURDES C.H.; ETCHEVERS J.D.; CLAUDIA H.M. 2001. Estimación de alofano y su relación con otros parámetros químicos en andisoles de montaña del volcán Cofre de Perote. *Terra* 19(2):205-216.

CASTILLO N.; ACEITUNO F.J. 2006. El bosque domesticado, el bosque cultivado: un proceso milenario en el valle medio del río Porce en el Noroccidente Colombiano. *Latin American Antiquity* 17(4):1-18.

CORTÉS A.N. 1978. Los suelos en Colombia y su aptitud de uso. *Colombia Geográfica* 6(1):19-30.

DULL R.A. 2007. Evidence for forest clearance, agriculture, and human-induced erosion in precolombian El Salvador. *Annals of the Association of American Geographers* 97 (1): 127-141.

FAEGRI K.; IVERSEN J. 1975. *Textbook of pollen analysis*. Munksgaard, Copenhagen.

HERRERA L.F.; URREGO L.E. 1996. Atlas de polen de plantas útiles y cultivadas de la Amazonia colombiana (Pollen atlas of useful and cultivated plants in the Colombian Amazon region). Estudios en la Amazonia Colombiana, XI: 462 pp. Tropenbos-Colombia, Bogotá (also published in 'The Quaternary of Colombia', 24 (ed. H. Hooghiemstra), Amsterdam).

HOOGHIEMSTRA H. 1984. Vegetational and climatic history of the high plain of Bogotá, Colombia: a continuous record of the last 3,5 million years. The quaternary of Colombia 79 368.

HOOGHIEMSTRA H.; VAN DER HAMMEN T. 2004. Quaternary Ice-Age dynamics in the Colombian Andes: developing an understanding of our legacy. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 359(1442):173-181.

HOOGHIEMSTRA H.; WIJNINGA V.M.; CLEEF A.M. 2006. The paleobotanical record of Colombia: implications for biogeography and biodiversity. Annals of the Missouri Botanical Garden 93:297–324.

JARAMILLO D.F.; PARRA L.N.; GONZÁLEZ L.H. 1994. *El recurso suelo en Colombia: distribución y evaluación*. Medellín: ICNE. Universidad Nacional de Colombia.

MERCADO-GÓMEZ J. 2007. Polen de la clase Magnoliopsida para el Volcán-Pamplona (Norte de Santander - Colombia). *Departamento de biología, vol. Facultad de ciencias básicas*. Pamplona: Universidad de Pamplona, p. 145.

MERCADO-GÓMEZ J.; SOLANO L.; SANCHEZ L. 2007. Morfología polínica de especies pertenecientes a 5 géneros de Melastomataceae para Pamplona Colombia. *Bistua* 5(1):71-86.

MERCADO-GÓMEZ J.D.; JIMÉNEZ-BULLA L.C.; SÁNCHEZ-MONTAÑO L.R. 2011. Polen de las Magnoliopsida en el Volcán -Pamplona (Colombia) I: familias Apiaceae, Asteraceae, Cunoniaceae, Ericaceae, Fabaceae y Gentianaceae. *Caldasia* 33(2):619-635.

PIPERNO D.R.; PEARSALL D.M. 1998. *The Origins of Agriculture in the Lowland Neotropics*. New York.



PUNT W.; BLACKMORE S.; NILSSON S.; THOMAS A.L. 1994. *Glossary of pollen and spore terminology*. Utrech: LPP Foundation. (LPP contributions series N° 1).

ROUBIK D.W.; MORENO J.E. 1991. *Pollen and spores of Barro Colorado Island*: Missouri Botanical Garden, 36, 270 pp.

SALOMONS J.B. 1986. Paleoeecology of volcanic soils in the Colombian Central Cordillera (Parque Nacional Nautaral de los Nevados). *The quaternary of Colombia* 13:18-211.

WILLE M.; HOOGHIEMSTRA H.; BEHLING H.; VAN DER BORG K.; NEGRET A.J. 2001. Environmental change in the Colombian subandean forest belt from 8 pollen records: the last 50 kyr. *Vegetation history and archaeobotany* 10(2):61-77.

WILLE M.; NEGRET J.A.; HOOGHIEMSTRA H. 2000. Paleoenvironmental history of the Popayán area since 27 000 yr BP at Timbio, Southern Colombia 109(1):45-63.

ZARATE M.; NEME G.; GIL A. 2005. Mid-Holocene Paleoenvironments and human occupation in Southern South America. *Quaternary International* 132(1):1-3.