

**ANÁLISIS PALINOLÓGICO Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL PLIOCENO
TEMPRANO EN LA CUENCA DEL ATRATO, CHOCÓ, COLOMBIA.**

MILLERLANDY ROMERO BAÉZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2007**

**ANÁLISIS PALINOLÓGICO Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL PLIOCENO
TEMPRANO EN LA CUENCA DEL ATRATO, CHOCÓ, COLOMBIA.**

MILLERLANDY ROMERO BAÉZ

**Tesis de Grado para optar el título de
Bióloga**

Directores

**CARLOS ALBERTO JARAMILLO-MUÑOZ
Geólogo PhD.**

Instituto de Investigaciones Tropicales Smithsonian STRI

**VLADIMIR TORRES-TORRES
Geólogo PhD.**

Instituto Colombiano del Petróleo ICP

Codirector

**HUMBERTO EMILIO GARCIA
Licenciado en Biología**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2007**



Este estudio fue financiado por el Instituto de Investigaciones Tropicales Smithsonian (STRI), bajo el convenio de cooperación tecnológica No. 002 del 2005 con el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), en marco del proyecto Bioestratigrafía del Neotrópico. La mayor parte del trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Centro tropical de paleontología y arqueología (CTPA) en Ancón, Ciudad de Panamá y en el laboratorio de bioestratigrafía de la unidad de investigación del ICP, Piedecuesta, Santander. Las placas del Pozo Orogadó-1 analizadas en este trabajo fueron suministradas por el doctor Vladimir Torres Torres y los datos de los pozos Villanueva y San Martín con los cuales se hicieron las comparaciones son cortesía de la doctora Ligia Estela Urrego.

A mis abuelos, padres y hermanos

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas me han enseñado a ver la vida de tantas formas, a verla a su manera.

A esa energía que siempre está hay, que me guía y me salva de muchas.

A mi familia, por tanto amor y paciencia. A Angel Raúl, por esa risa sincera y burlona que me hacen tan feliz. A Maria Merlinda, por ser mi fuerza y ejemplo. A mis padres, Miriam y Angel Raúl por su amor infinito y a mis tías.

A mis amadas Tatiana y Maria del Pilar por hacerme muy feliz, aun en los momentos más duros. Por esa manera de quererme y por el hay “baby” acompañado de la expresión tan única que extraño tanto.

A Carlos A. Jaramillo, por tantas enseñanzas, tantos regaños y tantas alegrías. Por permitirme hacer lo que me gusta y pertenecer a paleontológica, por su preocupación por mi bienestar y el de todos, en fin, ¡por ser tan papa!

A Don Milton José, por ser mi profesor, por sus consejos y por enseñarme con el ejemplo que la única manera de hacer bien las cosas es disfrutándoselas al máximo. Por ese amor tan admirable por la naturaleza y por la palinología.

A Vladimir Torres, por su manera tan genial de enseñar, por su valiosa ayuda y por permitirme hacer parte de la palinología del Chocó, el que era su sueño.

A Maria Carolina Vargas, sencillamente por todo. Pero en especial, por esa preocupación que hizo y hace de paleontológica lo que es hoy.

Al ICP por hacerme sentir durante todos estos años como en mi casa y a las niñas de biotecnología por acogernos con tanto cariño.

Al Profesor Humberto García, por su apoyo y cariño constante durante estos años. Al profesor Dagoberto Arrieta por su disposición para escucharnos siempre y a Yamile por su invaluable ayuda y consejos.

A mi querida Francy Milena, por esas palabras llenas de tanta fuerza, que hacen olvidar todo y comenzar de nuevo, por su lealtad, cariño y apoyo durante todos estos años. Por acompañarme en ese semestre fabuloso en la Universidad de Antioquia y por acordarse de mi en todas sus oraciones, gracias “Mauritiidites Fransisco”.

A mí querido arenitas, José Enrique Arenas por ese amor puro hacia Pili y hacia mí. Por esas charlas tan reconfortantes después de nuestras arduas jornadas en el ICP y en STRI y por brindarme sin miramientos uno de sus más grandes tesoros, su risa.

A mis amigos de siempre, Jeheinniff, Maria Gabriela, Mary Isabel, Juan Sebastián y a Oscar David por el apoyo constante y por la añoranza de mi Valle.

A las muchachas Silane Aparecida, Maria Gabriela (pero la Doria), Carolina Gómez, y a los muchachos Andrés, Mauricio (el boyaco), Edwin Correa, por hacer de mi estancia en Ciudad de Panamá inolvidable. A mis amigos peleontrópicos de siempre, Paula Jennifer, Edwin Cadena, Manuel Páez (chuchita), Carlos Cuartas (farita), Patricia Olaya (putry) y ahora Lineth (socorrito) por su cariño, consejos, ayuda, paciencia y ánimo constante.

A Carlos Santos, por toda su ayuda con stratabugs y con el día a día en el ICP.

Y finalmente a la lagartija hermosa, por ayudarme a encontrar de nuevo la confianza y el amor por lo que hago, que hizo de esta tesis una realidad. Por su preocupación por mi y por todos sus mimos y cuidados, simplemente gracias.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1.1 GENERALIDADES	4
1.2 GEOLOGÍA	7
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 Objetivo general	12
1.3.2 Objetivos específicos	12
2. MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1 Obtención de muestras y zona de estudio	13
2.2 Definición del intervalo de estudio	13
2.3 Preparación del material palinológico	17
2.4 Análisis palinológico de las muestras	18
3. RESULTADOS	20
3.1 La palinoflora del pozo Opogadó-1 (1540'-48')	20
3.1.1 Bosque tropical de tierra firme (BTTF).	22
3.1.2 Bosque tropical inundable (BTI).	24
3.1.3 Bosque de manglar (BDM)	24
3.1.4. Palinomorfos marinos (EM).	24
3.1.5 Palinomorfos con afinidad desconocida (D).	24
3.2 Variaciones de la palinoflora en el registro del pozo Opogadó-1.	27
3.3 Interpretación bioestratigráfica del pozo Opogadó-1.	30

4. DISCUSIÓN	32
4.1 Un Acercamiento a la paleoecología de los bosques del Plioceno y su relación con los ambientes de sedimentación.	32
4.2 Variaciones en la Asociación polínica de las muestras del Plioceno temprano.	37
4.3 Comparación de la composición florística del Plioceno temprano con la reportada para el Holoceno tardío en el Chocó Biogeográfico	38
CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS	43
ANEXOS	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recuento de palinomorfos y otros microfósiles encontrados en el pozo Opogadó-1, donde se indica la profundidad de cada muestra en el pozo (PM).	Pág.
Tabla 2. Representación porcentual de las categorías ecológicas, en relación al recuento de palinomorfos en cada muestra. Profundidad de la muestra (PM), Categorías ecológicas: (1) Bosque tropical de tierra firme (BTTF), (2) Bosque tropical inundable (BTI), (3) Bosque de manglar (BDM), (4) Palinomorfos marinos (EM) y (5) Palinomorfos con afinidad desconocida (D).	20
Tabla 3. Recuento de palinomorfos encontrados en el pozo Opogadó-1, donde se indica la profundidad de cada muestra en el pozo (PM), el recuento de angiospermas, gimnospermas, pteridofitos, briofitos y licofitos.	27
	29

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa que muestra la localización del denominado Chocó Biogeográfico. El pentágono en color rojo indica el área de estudio. (Modificado de Berrío, 2002).	5
Figura 2. Mapa que muestra: (1) Las anomalías gravimétricas positivas de los arcos de Dabeiba y Baudó; (2) Las cuencas intramontañosas de Atrato y Chuchunaque, (3) Zona deformada de Itzmina. (Modificado de Duque-caro, 1990 a)	8
Figura 3. Estratigrafía y batimetría del pozo Opogadó-1. Donde A (cronoestratigrafía), B (litoestratigrafía), C (litología), D (profundidad en pies), E (batimetría) y F (distribución de las muestras). (Basado en Duque-Caro, 1990 y Haffer, 1967).	10
Figura 4. Área de estudio, mostrando la ubicación geográfica de los tres pozos estudiados. Escala 1:25000.	14
Figura 5. Gráfico esquemático en el que se muestra la posible configuración de la Cuenca del Atrato durante el Plioceno temprano. A partir de los palinomorfos encontrados en las sedimentitas del pozo Opogadó-1, se puede inferir la presencia de un bosque de tierra firme, un bosque tropical inundable y un bosque de manglar, asociados a planos costeros y aluviales, similar a la reportada en otros lugares del norte de Sur América. Las asociaciones vegetales más importantes están representadas por taxas de: (1) Clusiaceae, (2) Pteridofitos, briofitos y licofitos, (3) Malpighiaceae, (4) Malvaceae, (5) <i>Miconia</i> sp., (6) <i>Ipomea</i> sp., (7) <i>Mauritia</i> sp., (8) <i>Avicenia</i> type, (9) <i>Rhizophora</i> sp., entre otros.	23

Figura 6. Gráfico en el que se señala la distribución en diferentes grupos ecológicos de los morfotipos reportados para el pozo Opogadó-1. Las categorías ecológicas esquematizadas son (1) Bosque tropical de tierra firme, (2) Bosque tropical inundable, (3) Bosque de manglar, (4) Palinomorfos marinos, (5) Palinomorfos desconocidos.

26

Figura 7. Correlación entre las zonas palinológicas de diferentes áreas del norte de Sur América. (Modificado de Hoorn, 1993)

30

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<p>ANEXO 1. Afinidades taxonómicas de los morfotipos reportados para el pozo Opogadó-1. Donde se indica el nombre fósil y su afinidad taxonómica. Las siglas GE corresponden a las categorías ecológicas utilizadas para la interpretación palinológica de las muestras del pozo Opogadó-1, CE corresponde al tipo de planta y el hábito de crecimiento según la afinidad y la sigla TG al tipo de palinomorfo. Dentro de la columna GE, las siglas BTTF, BTI, BDM, corresponden a Bosque tropical de tierra firme, Bosque tropical inundable y Bosque de manglar respectivamente. Dentro de la categoría CE, las siglas AAE, PBL, P, H, corresponde a Árboles, arbustos y epifitas, Pteridofitos, briofitos y licofitos, Palmas y Hierbas. La sigla D corresponde a los palinomorfos cuya afinidad taxonómica se desconoce, por lo cual no fueron agrupados ecológicamente. En la columna TG, las siglas P significan grano de polen y la E esporas. Los nombres acompañados de comillas corresponden a palinomorfos no formales generados en el laboratorio de bioestratigrafía del Instituto Colombiano del Petróleo ICP y en el Instituto de investigaciones tropicales Smithsonian STRI.</p>	52
<p>ANEXO 2. Palinología, parte sistemática.</p>	57
<p>ANEXO 3. Carta de distribución bioestratigráfica. Pozo Opogadó-1, Cuenca del Atrato, Chocó, Colombia.</p>	77

RESUMEN

TÍTULO:

ANÁLISIS PALINOLÓGICO Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL PLIOCENO TEMPRANO EN LA CUENCA DEL ATRATO, CHOCÓ, COLOMBIA *

AUTORA:

MILLERLANDY ROMERO BÁEZ **

PALABRAS CLAVES: Cuenca del Atrato, pozo Opogadó-1, Plioceno temprano, Holoceno tardío, palinología.

El espectro polínico encontrado en las sedimentitas del pozo Opogadó-1, Chocó, Colombia, documenta la composición florística de esta zona durante el Plioceno temprano. Nuevos datos palinológicos obtenidos a partir del análisis de 5 muestras de la Formación Munguidó (1540' - 48'), han sido reportados e incluyen taxa como *Clavainaperturites clavatus*, *Clavainaperturites microclavatus*, *Cyatheacidites annulatus*, *Echitricolporites spinosus*, *Heterocolpites incomptus*, *Ilexpollenites* sp., *Laevigatosporites tibuensis*, *Laevigatosporites* sp.1 (J&D), *Lanagiopollis crassa*, *Mauritidiites fransiscoi* var. *fransiscoi*, *Mauritidiites fransiscoi* var. *minutus*, *Monoporopollenites annulatus*, *Nijssenosporites fossulatus*, *Pachydermites diderixi*, *Perforicolpites digitatus*, *Perisyncolporites pokorny*, *Podocarpidites* sp., *Polypodiisporites* sp., *Polypodiaceoisporites pseudopsilatus*, *Psilamonocolpites medius*, *Ranunculacidites operculatus*, *Retitrescolpites? irregularis*, *Retitrescolpites simplex*, *Retitricolporites* sp., *Zonocostites ramonae* and *Zonocostites* sp., cuyas afinidades taxonómicas con especies recientes permite reconstruir la vegetación del área para este intervalo. Se reconocen elementos pertenecientes a los bosques: tropical de tierra firme, tropical inundable y de manglar; característicos de planos aluviales y costeros similares a los reportados para el Neógeno de Sur América.

La información paleoecológica reportada para los pozos Villanueva y San Martín, muestra episodios de sucesión ecológica, los cuales no se registran en las muestras del pozo Opogadó-1. No obstante, los cambios en la abundancia de ciertos grupos vegetales observados en estas muestras, podrían reflejar patrones aleatorios en la vegetación, probablemente asociados a los eventos geológicos y paleobatrimétricos que permitieron la somerización final de la Cuenca del Atrato.

* Tesis de grado para optar el título de Bióloga

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. UIS. Directores Carlos Jaramillo, Vladimir Torres

ABSTRACT

TITLE: PALYNOLOGICAL ANALYSIS AND FLORISTIC DIVERSITY OF THE EARLY PLIOCENE IN THE ATRATO BASIN, CHOCÓ, COLOMBIA.*

MILLERLANDY ROMERO BÁEZ**

Key words: Atrato basin, Opogadó-1 well, Early Pliocene, Late Holocene, Palynological.

Pollen spectra of the Opogadó-1 well, Chocó (Colombia) document the floristic composition during the early Pliocene. A new pollen record coming from five (5) samples of the Munguidó Formation (1540' - 48') is reported in this research. The record includes taxa such as *Clavainaperturites clavatus*, *Clavainaperturites microclavatus*, *Cyatheacidites annulatus*, *Echitricolporites spinosus*, *Heterocolpites incomptus*, *Ilexpollenites* sp., *Laevigatosporites tibuensis*, *Laevigatosporites* sp.1 (J&D), *Lanagiopollis crassa*, *Mauritidiites fransiscoi* var. *fransiscoi*, *Mauritidiites fransiscoi* var. *minutus*, *Monoporopollenites annulatus*, *Nijssenosporites fossulatus*, *Pachydermites diderixi*, *Perfotricolpites digitatus*, *Perisyncolporites pokorny*, *Podocarpidites* sp., *Polypodiisporites* sp., *Polypodiaceoisporites pseudopsilatus*, *Psilamonocolpites medius*, *Ranunculacidites operculatus*, *Retitrescolpites? irregularis*, *Retitrescolpites simplex*, *Retitricolporites* sp., *Zonocostites ramonae* and *Zonocostites* sp., among others, which taxonomical affinity allows to reconstructing the early Pliocene vegetation of the area. The pollen spectra include: mainland tropical, flood tropical forest and mangroves. These forest types resemble the alluvial plane forest reported for the north of South America during the same time interval.

The reported palaeoecological information for Villanueva and San Martín wells shows episodes of ecological succession, which are not recorded in the Opogadó-1 samples. Nevertheless, changes in the abundance of certain vegetation groups might reflect a random pattern in the vegetation, probably associated to the geological events (changes in bathymetry) driving the consolidation of the Atrato basin.

* Degree thesis.

**Science faculty, Biology school, UIS. Advisors Carlos Jaramillo, Vladimir Torres.

INTRODUCCIÓN

La fitodiversidad del Chocó Biogeográfico ha sido catalogada como una de las más altas en el mundo (Cuatrecasas, 1958). En esta área se albergan más de 265 taxa por cada 0.1 hectáreas y más de ocho mil especies de plantas de las 45.000 que hay reportadas para Colombia (Forero & Gentry, 1989). Junto a su gran biodiversidad, el Chocó Biogeográfico es excepcionalmente rico en endemismos (Gentry, 1986; Myers, 1988), que se debe en gran parte al aislamiento de la región del resto de las tierras bajas de Sur América, por la Cordillera de los Andes (Gentry, 1993). Además es considerado como un “refugio” en el sentido de Haffer (1969) y como un “Hot Spot” según Myers (1988), situándolo dentro de los centros más importantes de mega diversidad del planeta.

A pesar de esta gran biodiversidad, aún no conocemos con claridad cómo los mecanismos geológicos, biológicos y climáticos pudieron interrelacionarse para desencadenar los altos niveles de diversidad y endemismo presentes hoy en el Chocó Biogeográfico, ni los patrones de diversificación de las floras Neotropicales para esta área, ya que, para el Neotrópico los datos paleoecológicos de regiones selváticas son demasiado escasos y se restringen en su mayoría a la cuenca del Amazonas (Absy, 1979; Bush *et al.*, 1992; Colinvaux & Bush, 1999; Colinvaux, 1996; Colinvaux *et al.*, 2000; Hoorn, 1993, 1994a, 1994b, 1996, 2006a, 2006b).

Dentro de los trabajos paleoecológicos para el área del Chocó encontramos los realizados por Hooghiemstra & Van der Hammen (1998), Van der Hammen & Hooghiemstra (2000); pero la mayoría se restringen a sedimentos de lagos Holocénicos afectados por dinámicas fluvio-marinas, como los lagos Jotardó, El Caimito y Piusbi (*e.i.* Berrío *et al.*, 2000; Vélez *et al.*, 2001; Behling & Hooghiemstra, 1998) y a sedimentos con dinámicas enteramente fluviales y meándricas como los pozos Villanueva y San Martín (Urrego *et al.*, 2006) del

Holoceno tardío. La reconstrucción de la vegetación basada en estos datos muestra, según Urrego *et al.* (2006), cambios en la vegetación y procesos de sucesión en las fitocomunidades en la Cuenca del Atrato, que son el resultado de la influencia de procesos (1) locales (disturbios antropogénicos), (2) regionales (cambios geomorfológicos) y (3) globales (cambios climáticos) muy marcados desde el Neógeno hasta el Holoceno tardío.

Los análisis de las asociaciones fósiles del Mioceno documentan hábitats diversos en el Chocó (Gentry, 1982; Hoorn, 1994b) antes de la aparición del Istmo de Panamá y de los procesos orogénicos que culminaron con la formación del denominado Bloque del Chocó (Burnham & Graham, 1999). Estudios previos realizados por Hoorn (1994a), han mostrado que durante el Mioceno temprano los bosques húmedos tropicales del Amazonas y Chocó formaron un área biogeográfica continua. Esta área biogeográfica permaneció conectada hasta el Mioceno medio – Mioceno tardío, cuando el levantamiento de la Cordillera Oriental separó estas dos provincias paleogeográficas y aisló al Chocó del resto de las tierras bajas del continente, propiciando mecanismos de aislamiento reproductivo y diversificación de linajes que conllevaron a los altos niveles de endemismo actuales (Gentry, 1993).

La historia geológica del Chocó ha fascinado tanto a biólogos como geólogos por más de cien años, no obstante, los pocos estudios paleoecológicos existentes para el área, no permiten asociar los altos niveles de diversidad actuales con los procesos geológicos relacionados a la emergencia del Istmo de Panamá y a la somerización final de la Cuenca del Atrato. Sin embargo, la posición estratégica de esta región (esquina noroccidental de Suramérica y puerta de entrada a Centroamérica) sigue siendo muy llamativa para explicar el origen y la evolución geológica de esta zona (Duque–Caro, 1990b), además de su riqueza biológica y del intercambio faunístico y florístico entre Norte y Sur América. A pesar de esto, la región ha sido una de las menos conocidas desde el punto de vista geológico;

las dificultades logísticas, debidas principalmente a condiciones climáticas muy rigurosas, selvas densas ecuatoriales, la falta de vías de comunicación diferentes a los ríos, lo poco habitada y los problemas de orden público, han frenado el desarrollo del conocimiento científico de esta región. (Duque-Caro; 1990b).

Aunque se tiene conocimiento de la existencia de eventos tectónicos regionales (*e.i* la somerización de la Cuenca del Atrato, el levantamiento del Istmo de Panamá y el levantamiento de los Andes del norte) y cambios geomorfológicos (*e.i* mayores o menores tasas de erosión relacionadas con cambios paleobatimétricos, dinámica fluvial y fluctuaciones en la precipitación) durante el Mioceno - Plioceno y de eventos paleoclimáticos durante el Holoceno en el norte de Sur América, no hay claridad en los mecanismos paleoecológicos que asociados a estos cambios y eventos, generaron la alta diversidad florística del bosque húmedo tropical actual, en especial en el Chocó Biogeográfico. En este sentido, la realización de estudios paleoecológicos y fitogeográficos basados en registros palinológicos permitiría conocer cómo era la configuración florística del área y relacionar las asociaciones vegetales encontradas con todos los cambios estructurales y climáticos ocurridos durante el Neógeno, ya que el espectro polínico encontrado en los sedimentos, refleja la vegetación regional y local en diferentes escalas espaciales y temporales, y permite hacer inferencias acerca de la diversidad florística del pasado en un área determinada (Odgaard, 1999; Barnosky *et al.*, 2005)

El estudio palinológico de los sedimentos de la Cuenca del Atrato es crucial para entender la historia reciente del bosque húmedo tropical. El desarrollo de estudios de este tipo puede aportar datos importantes sobre la manera como estaban constituidas estas fitocomunidades durante el Neógeno, en cuanto a su estructura ecológica y diversidad. Este trabajo constituye la primera evidencia paleoflorística de la diversidad del bosque Neotropical para el Plioceno temprano en el área del Atrato y genera nuevos datos palinológicos, que se espera, ayuden a entender la

dinámica de la vegetación relacionada con el levantamiento del Istmo de Panamá y la somerización del denominado Bloque del Chocó, una de las principales regiones megadiversas del planeta.

1.1 GENERALIDADES

El Chocó Biogeográfico es una región estrecha que comprende tierras bajas entre el Océano Pacífico y la franja occidental de la Cordillera Occidental al norte de los Andes. En Colombia, corresponde a la región natural del Pacífico, a lo largo de una depresión estructural conocida como el “Geosinclinal de Bolívar” (Nygren, 1950). Esta área abarca cerca de 1300 kilómetros, se extiende desde la provincia del Darién al sureste de Panamá hasta el noroeste de la provincia de Esmeraldas en Ecuador (West, 1957); incluye las serranías del Baudó y Darién, la cuenca del río Atrato y San Juan y la zona del Alto Sinú y San Jorge, con un límite altitudinal de 3.500 m.s.n.m al oriente de la cresta de la Cordillera Occidental (Rodríguez *et al.*, 1993). Su extensión es de aproximadamente 145.000 kilómetros cuadrados, correspondientes al 10% del territorio nacional y políticamente la integran el departamento del Chocó y parcialmente Antioquía, Valle del Cauca, Cauca y Nariño, desde los 07° 45’ hasta los 00° 36’ de latitud norte y entre los 79° 02’ y 75° 51’ de longitud oeste (Poveda *et al.*, 2004) (Fig. 1).

Desde el punto de vista biogeográfico y ecológico está compuesto por unidades de tierras bajas, bosque húmedo y zonas costeras. Está definido por el predominio de una cobertura de selva húmeda tropical que ocupa la mayor parte de la cuenca (cerca de tres cuartos del área total); es una región de baja presión atmosférica lo que genera una alta pluviosidad, donde su localización y la combinación de costas y montañas generan unos patrones climáticos locales muy diversos, influenciados por la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), que determina un régimen de precipitación bimodal, con una temporada muy lluviosa entre abril y mayo y otra entre octubre y noviembre (Eslava, 1993).

Figura 1. Mapa que muestra la localización del denominado Chocó Biogeográfico. El pentágono en color rojo indica el área de estudio. (Modificado de Berrío, 2002).



También se presenta el régimen de lluvias unimodal-biestacional y bimodal tetraestacional (Rangel & Arellano, 2004). La temperatura media anual oscila entre 20.5°C y 27.5°C dependiendo de la subregión, al igual que del régimen de lluvias, con valores extremadamente altos de precipitación, en especial en la Cuenca del Atrato, que van desde 2000 a 12000 mm/año (variando con la latitud y la distancia a la costa) y una amplia disponibilidad hídrica, que en conjunto con las unidades de vegetación permite el establecimiento de varios tipos de zonas de vida según Holdridge (1967); dentro de las más importantes se destacan el bosque húmedo tropical (bh-T), el bosque muy húmedo tropical (bmh-T), el bosque pluvial Tropical (bp-t) y el bosque pluvial premontano (bp-PM).

La alta biodiversidad del Pacífico se suele explicar por la incidencia combinada de factores geológicos, ecológicos y de procesos evolutivos que concurren para generar la megadiversidad en la región. De acuerdo con Rangel (2004) dentro de estos factores evolutivos encontramos: (1) la ubicación del área en la zona de transición entre Norte y Suramérica, cerca al Istmo de Panamá y en la zona de calmas ecuatoriales, entre el Ecuador geográfico y el Ecuador climático donde se presenta la mayor precipitación de todo el hemisferio; (2) la rápida transición de zonas de vida desde los ecosistemas litorales hasta las formaciones subandinas y andinas; (3) la presencia de la Cordillera Occidental que lo aísla biogeográficamente del resto del continente; (4) un ciclo hídrico complejo que a su vez define la permanencia de 20 ecosistemas muy variados desde el nivel del mar hasta la región subandina. Un estudio reciente de la WWF-Cecoin-Ecotrópico, (<http://www.wwf.org.co>) realizado a partir de colecciones, reconoce para el complejo ecorregional, es decir, para toda la región biogeográfica incluyendo el Darién panameño y el norte del litoral ecuatoriano, las siguientes cifras de biodiversidad: 7.595 especies de plantas, 707 especies y subespecies de mariposas y 1.546 especies y subespecies de aves. En este estudio se consideran como endémicas 1.311 especies de plantas, 269 especies y subespecies de

mariposas y 427 especies y subespecies de aves, además de una gran variedad en herpetofauna.

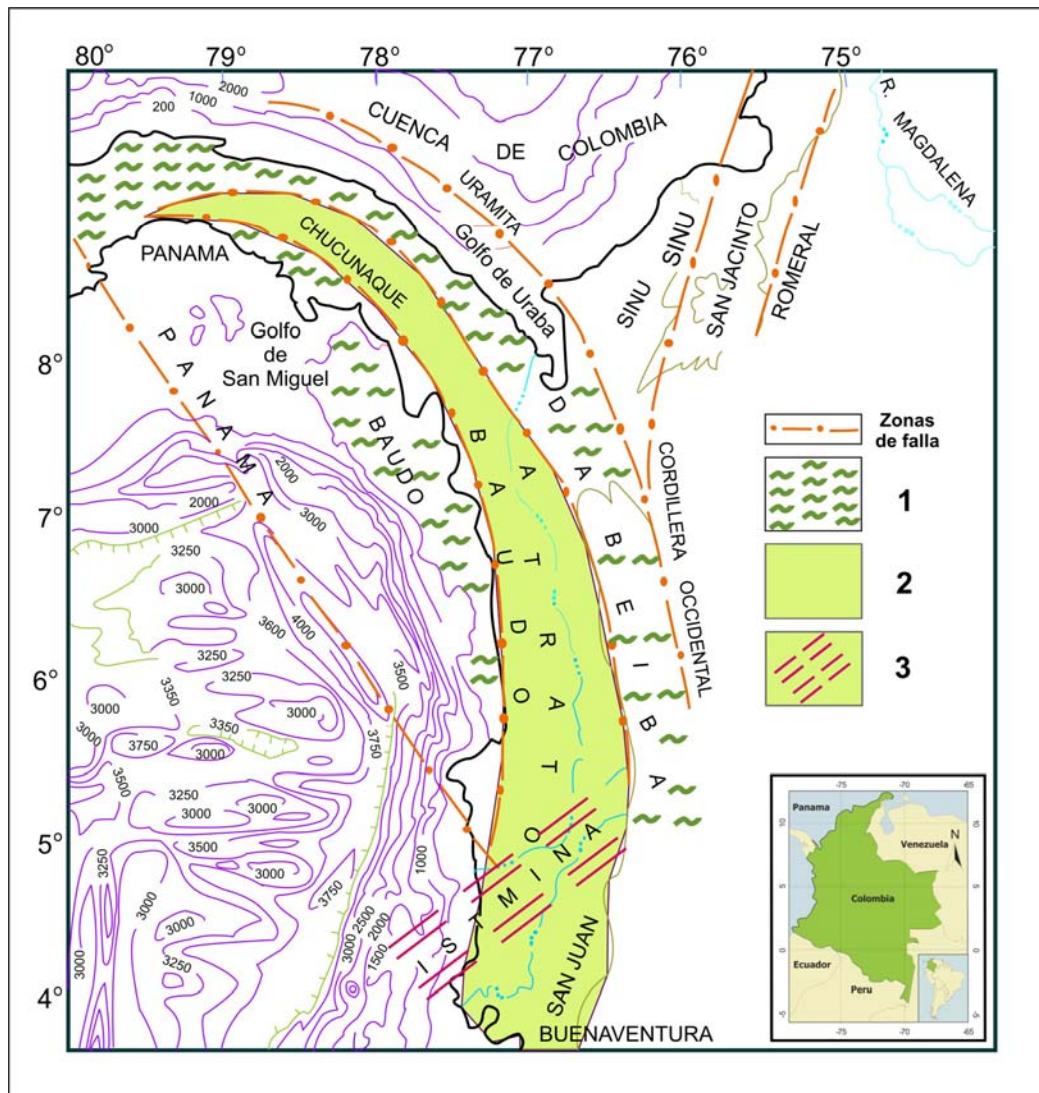
1.2 GEOLOGÍA

El Bloque del Chocó se encuentra en la zona de convergencia entre la América central nuclear y las placas del Caribe y Nazca (Dengo, 1993). Su marco geológico está caracterizado por tres elementos estructurales y litogenéticos (Figura 2):

1. Los arcos de Dabeiba y Baudó, que delimitan los márgenes externos de la región y presentan anomalías gravimétricas positivas relacionadas a cuerpos ígneos y sedimentarios de origen oceánico y a la ocurrencia de estratos pelágicos, hemipelágicos y terrígenos de diferentes edades, dispersos dentro de una matriz pelítica cizallada miocénica, relacionadas a una proveniencia de otras latitudes como las de Guatemala y México.
2. Las cuencas intramontañosas de Atrato y Chucunaque adyacentes al Arco de Dabeiba, que presentan una topografía llana y pantanosa, caracterizadas por un relleno sedimentario de más de 10000 m. de espesor en el noroccidente colombiano y en donde se encuentran secuencias estratigráficas compuestas por estratos pelágicos y hemipelagícos, superpuestos por una unidad hemipelágica y terrígena más joven. La secuencia aflorante contiene sedimentitas continuas entre el intervalo Oligoceno – Plioceno (Duque-Caro, 1990 a).
3. La zona de rocas sedimentarias estratificadas y muy deformadas de Istmina en el extremo sur, que separa las cuencas de los ríos Atrato y San Juan , denominada fisiográficamente como Istmo de San Pablo. Está definida topográficamente por colinas bajas y no es más joven del Mioceno medio. Esta

zona se originó como consecuencia de las perturbaciones tectónicas del Mioceno medio que permitieron la acreción al continente (Cordillera Occidental) de un terreno exótico sin ninguna afinidad litogenética con Sur América. (Duque-Caro, 1990b).

Figura 2. Mapa que muestra: (1) Las anomalías gravimétricas positivas de los arcos de Dabeiba y Baudó; (2) Las cuencas intramontañas de Atrato y Chucunaque, (3) Zona deformada de Istmina (Modificado de Duque-caro, 1990 a)



Durante el Eoceno y el Mioceno superior la Cuenca del Atrato estaba sumergida, permitiendo la depositación de una secuencia sedimentaria, representada por las formaciones Clavo, Salaquí, Uva, Napipí, Sierra y Munguidó (Haffer, 1967; Duque-Caro, 1990 b). Estas Formaciones están compuestas de manera general por lodolitas de color gris oscuro, lodolitas con intercalaciones de Chert o con calizas lenticulares, areniscas, capas de caliza y conglomerados. (Figura 3).

En este estudio se analizaron palinológicamente sedimentitas de la Formación Munguidó (en el sentido de Duque-Caro, 1990b) provenientes de muestras de rípios del pozo Opogadó-1, perforado por la compañía de petróleo “Colombian Petroleum Company”, en la década del 70, quienes decidieron explorar el norte del área biogeográfica del Chocó con fines económicos, en especial la Cuenca del Río Atrato en el llamado “Geosinclinal de Bolívar”, en el sentido de Nygren (1950). En esta cuenca afloran rocas acumuladas principalmente en condiciones marinas, durante el Paleógeno y Neógeno. Los espesores de los depósitos son variables; éstos llegan a tener mayor espesor hacia el Valle del Atrato. Las unidades Neógenas perforadas por este pozo son:

Formación Uva (Haffer, 1967)

Definida en la parte superior del Río Uva, tributario del Río Bojayá, margen occidental del Río Atrato.

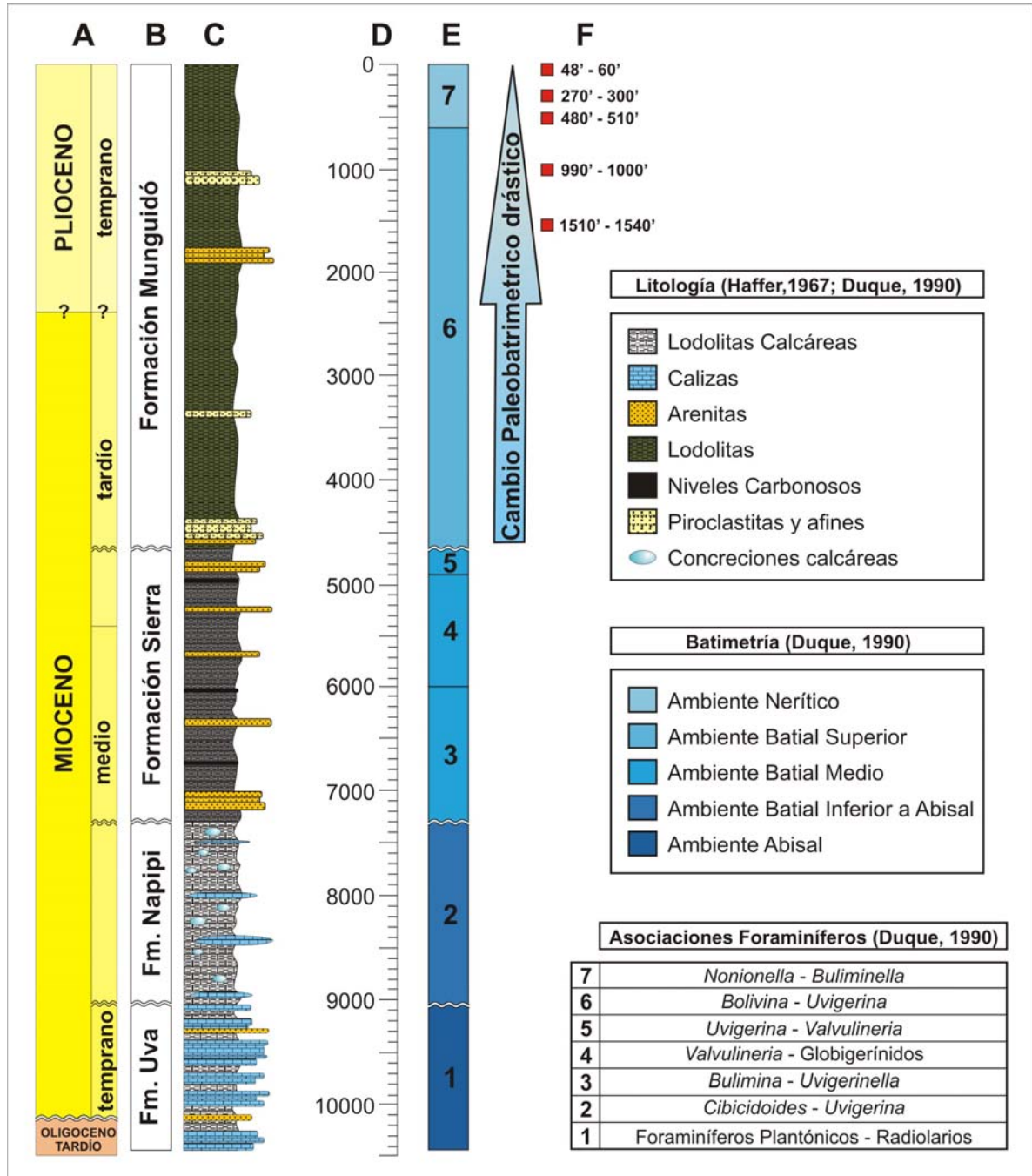
Litología: Capas de caliza, interestratificadas con lodolitas de color gris y areniscas de grano medio a grueso, con fragmentos calcáreos y vidrio volcánico.

Espesor: variable, 600 m. en el Río Truandó, 1600 m. en el Río Salaquí, 1300 m. y 1200 m. en los Ríos Napipí y Nauritá y 2000 m. en la carretera Quibdó-Medellin.

Edad: Oligoceno a Mioceno inferior, con base en biozonas de foraminíferos (Haffer, 1967).

Contactos: Inferior fallado, suprayace a la Formación Salaquí (Haffer, 1967) y superior paraconforme, infrayace a la formación Napipí (Duque –Caro, 1990 b, c).

Figura 3. Estratigrafía y batimetría del pozo Opogadó-1. Donde A (cronoestratigrafía), B (litoestratigrafía), C (litología), D (profundidad en pies), E (batimetría) y F (distribución de las muestras). Basado en Duque-Caro, 1990 y Haffer, 1967.



Formación Napipí (Haffer, 1967)

Definida en el Río Napipí, tributario del Río Atrato, al occidente del Río Atrato.

Litología: Arcillolitas y limolitas grises nodulares, calcáreas, con algunas capas lenticulares de calizas.

Espesor: variable de 500 a 1400 m. en afloramientos de los Ríos Mumbaradó, Atrato, Napipí, y a lo largo del Río Salaquí.

Edad: Mioceno medio, basada en biozonas de foraminíferos (Haffer, 1967).

Contactos: Inferior y superior son paraconformes (Duque-Caro, 1990 b, c).

Formación Sierra (Haffer, 1967)

Definida en el Río Munguidó, tributario del Río Atrato y con secciones complementarias en los ríos Uva y Napipí.

Litología: Limolitas grises oscuras, calcáreas, intercaladas con lodolitas, lodolitas arenosas, arenitas conglomeráticas con algunos niveles carbonáceos.

Espesor: 1000 a 1800 m.

Edad: Mioceno medio a Mioceno superior, basado en biozonas de foraminíferos (Haffer, 1967).

Contactos: Inferior y superior paraconformes (Duque-Caro, 1990 b, c).

Formación Munguidó

Definida por Duque-Caro (1990) con base en la descripción de Haffer (1967) y en estudios de la fauna encontrada en los sedimentos del pozo Opogadó-1.

Litología: Arcillolitas gris oliva, localmente tobáceas, intercaladas con capas delgadas de arenita glauconítica.

Espesor: 1400 m aproximadamente.

Edad: No más joven que Plioceno superior.

Contactos: Inferior y superior son paraconformes (Duque-Caro, 1990 b, c).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Analizar la palinoflora del Plioceno temprano presente en las sedimentitas del pozo Opogadó-1 (Intervalo 48'-60' a 1510'-1540'), con el fin de reconstruir las paleoasociaciones de vegetación existentes en la Cuenca del Atrato para este tiempo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir morfológicamente la palinoflora (polen y esporas) más representativa presente en las sedimentitas de la formación Munguidó, pozo Opogadó-1,.
- Determinar taxonómicamente a nivel específico, en cuanto sea posible, los granos de polen y esporas encontrados en las 5 muestras analizadas, usando descripciones publicadas y bases de datos electrónicas para el norte de Sur América.
- Reconstruir el paleobosque del Plioceno temprano con base en las asociaciones palinológicas, utilizando en lo posible la afinidad taxonómica con flora actual de los taxa identificados para el pozo Opogadó-1.
- Analizar y comparar cualitativamente los datos palinológicos generados durante este estudio con los reportados para los pozos Villanueva y San Martín en la Cuenca del Atrato y para el Neógeno en las Cuencas del Amazonas y el Chocó.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

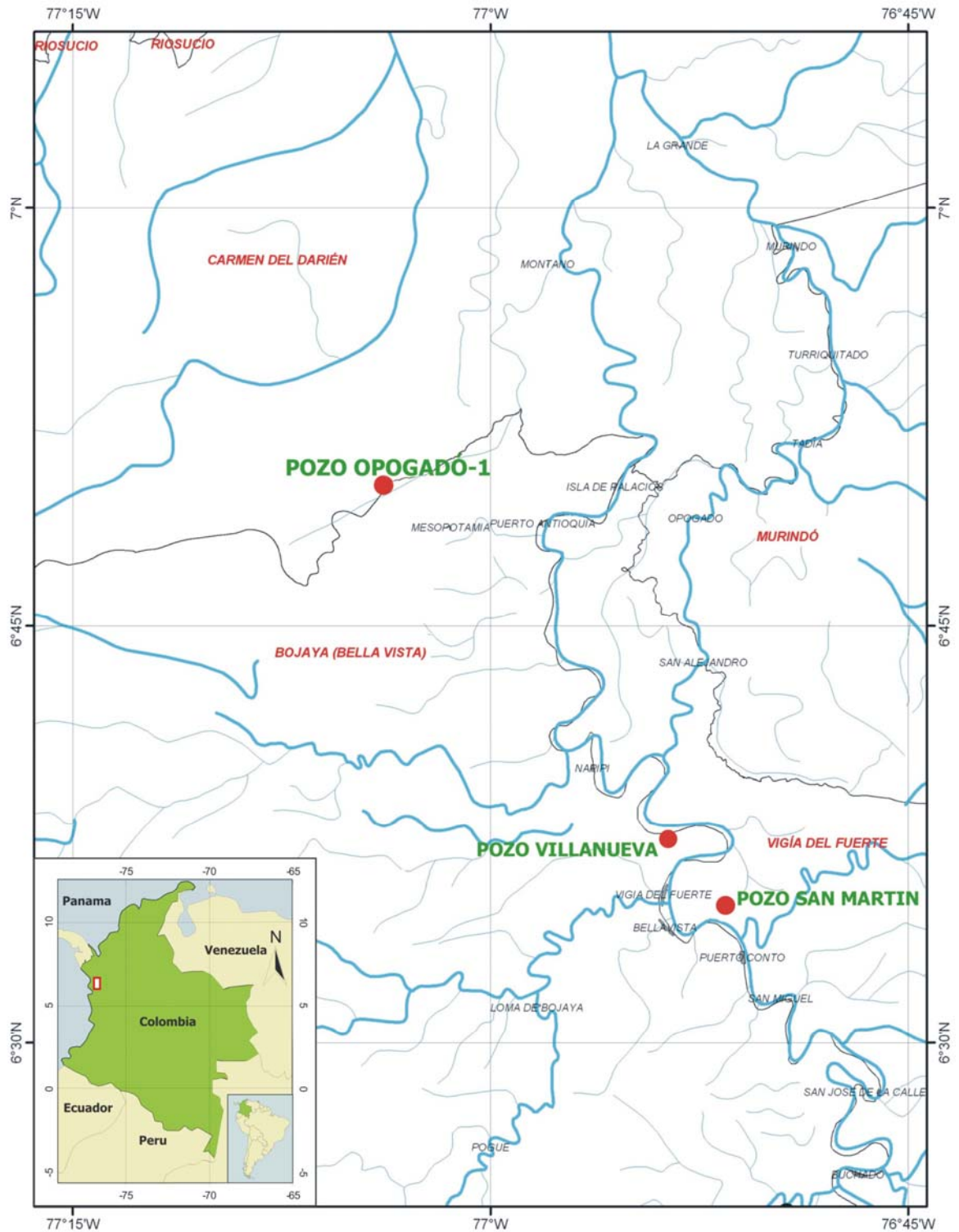
2.1 Obtención de muestras y zona de estudio

Las muestras palinológicas del Plioceno temprano fueron obtenidas de ripios de perforación del pozo Opogadó-1, localizado en la margen occidental de la Cuenca del Atrato (longitud 77° 4' 2.49" W y latitud 6° 50' 13.99" N). Los sedimentos analizados pertenecen a la parte superior de la Formación Munguidó, en el sentido de Duque-Caro, 1990a (Plioceno temprano) y están conservados en la Litoteca Nacional "Bernardo Taborda Arango", del Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), Bucaramanga, Santander. Estos ripios fueron extraídos en 1974 durante campañas exploratorias petrolíferas en esta cuenca, a 11.7 kilómetros al oeste del municipio de Opogadó en el departamento del Chocó, al occidente de la Cordillera Occidental, costa pacífica colombiana (Figura 4). Los datos palinológicos del Holoceno tardío corresponden a los análisis de los pozos Villanueva y San Martín llevados a cabo por Urrego *et al.*, (2006). Estos pozos fueron perforados en la Cuenca media del Río Atrato (6° 34' N, 76° 34 W) cerca a los municipios de Vigía del Fuerte (Antioquia) y Bojayá (Chocó) (Figura 4)

2.2 Definición del intervalo de estudio

Para la definición del intervalo estudiado en el pozo Opogadó-1, se tuvo en cuenta la evolución geológica de la Cuenca del Atrato a partir de las reconstrucciones hechas por Haffer (1967) y Duque-Caro (1990 a, b), ya que el interés de este estudio paleoflorístico es analizar secuencias marinas marginales y/o continentales, donde el potencial de encontrar polen y esporas es aun mayor.

Figura 4. Área de estudio, mostrando la ubicación geográfica de los tres pozos estudiados. Escala 1:25000



El marco cronoestratigráfico usado está basado en Duque–Caro (1990 a, b), a partir de la zonificación hecha con las asociaciones de foraminíferos bentónicos y planctónicos encontrados en las sedimentitas del pozo Opogadó-1, Cuenca del Atrato. Las características principales de la evolución paleogeográfica de la cuenca se resumen a continuación: (ver Figura, 3).

Durante el Eoceno – Mioceno Medio, la Cuenca Pacífica y la Serranía del Baudó estaban sumergidas, permitiendo la depositación de una secuencia sedimentaria estratificada de origen marino. Estos estratos corresponden a las formaciones propuestas por Haffer (1967) y Duque-Caro (1990a) y contienen el registro de los diferentes ambientes ecológicos existentes en el Bloque del Chocó durante la evolución de la Cuenca del Atrato y del Istmo de Panamá. Estos ambientes van desde aguas profundas (ambiente abisal y batial inferior a abisal) Formaciones Uva y Napipí, hasta profundidades más someras (ambiente batial medio, batial superior y nerítico) Formaciones Sierra y Munguidó respectivamente.

En las sedimentitas correspondientes a la Formación Uva no se encuentra evidencia de cambios paleobatimétricos, ya que la asociación fosilífera esta dada por la presencia de foraminíferos planctónicos, algunos bentónicos y radiolarios, lo que indica profundidades de más de 2000 m. Aunque la Formación Napipí comparte todas sus especies bentónicas con la Formación Uva, la poca abundancia de microfauna planctónica al igual que la desaparición de los radiolarios indican un cambio circulatorio superficial en la Precuenca del Atrato; además hay evidencia del levantamiento inicial de las Serranías de Darién-San Blas y Baudó, que pudo interrumpir la circulación de fondo en las áreas del Atrato (Colombia) y Chuchunaque (Panamá) durante el Mioceno medio; sin embargo las profundidades se mantuvieron en un promedio de 2000 m, ya que hay registros de *Melonis pompiliooides* y *Gyroidina sodani*, foraminíferos indicadores de aguas profundas.

En las sedimentitas de la Formación Sierra se registra la presencia de un cambio paleobatimétrico drástico, de cerca de 1000 m. Hay una diferencia muy marcada entre la composición bentónica de las formaciones Napipí y Sierra; ya que la microfauna de la Formación Sierra no tiene ninguna afinidad caribeña.

Las protoserranías de Darién-San Blas y Baudó sufrieron un nuevo levantamiento, que hizo imposible la adaptación de las microfaunas bentónicas profundas típicas de la Formación Napipí, a las nuevas condiciones batiales.

Las condiciones litorales de la cuenca se encuentran registradas en las sedimentitas de la Formación Munguidó; hay una reducción muy marcada en el tamaño de la asociación bentónica en relación con la Formación Sierra. La Formación Munguidó se caracteriza por la presencia de dos asociaciones bentónicas relacionadas con la somerización final de la Cuenca del Atrato y con la colisión del Arco de Panamá-Chocó con el norte de Sur América, que inicia el desarrollo final del actual Istmo de Panamá. Estas asociaciones bentónicas están representadas en el pozo Opogadó-1 por: (1) La Asociación Bolivina – Uvigerina que se encuentra entre los 4660' – 660' a continuación de la Formación Sierra, donde se observa una disminución abrupta en la abundancia y diversidad de los foraminíferos planctónicos y una variación en el tamaño de los foraminíferos bentónicos, indicando un cambio paleobatimétrico drástico, desde los 600 m. hasta los 150m de profundidad, lo que significa que durante la transición Mioceno-Plioceno en las áreas costeras del pacífico, las biofacies anteriores extendieron sus dominios batimétricos por encima de la plataforma continental. (2) La Asociación Nonionella – Buliminella entre los 660' - 48' que marca el final del período marino cenozoico de la Cuenca del Atrato, con profundidades progresivamente más someras, ricas en materia orgánica y reducidas en oxígeno. La cuenca se restringe y comienza la somerización final de la misma, produciéndose un retiro de la línea de costa y un cambio gradual en los ambientes de sedimentación. Estas nuevas condiciones paleoambientales permitieron el

desarrollo de ecosistemas terrestres, es decir el establecimiento de la flora neotropical pionera en la recién emergida Cuenca del Atrato.

La escogencia de las muestras se llevó a cabo teniendo en cuenta que éstas pertenecieran a los ambientes marinos más someros encontrados en las sedimentitas del Pozo Opogadó-1; con el fin de que los ambientes muestreados en este trabajo representasen ambientes favorables a la acumulación de materia orgánica de origen continental. Esto favorecería la posibilidad de tener un espectro polínico bastante bueno y representativo de las comunidades vegetales que habitaron la zona del Atrato durante la somerización final de la cuenca; además del registro de variaciones en la composición de estas fitocomunidades producto de los eventos tectónicos, paleobatimétricos, geoestructurales y los cambios en la dinámica fluvio-marina ocurridos aquí durante este periodo. En total se analizaron 5 muestras que corresponden a la parte superior de la Formación Munguidó y se distribuyen entre la Asociación Bolivina – Uvigerina (muestras 48'-60', 270'-300', 480'-510') y la Asociación Nonionella – Buliminella (muestras 990'-1000' y 1510'-1540'). En la Figura 3 se presenta una columna esquemática generalizada con la posición estratigráfica de las muestras.

2.3 Preparación del material palinológico

Las muestras palinológicas fueron preparadas en el laboratorio Hugo de Vries de la UvA (Universidad de Ámsterdam, Holanda) siguiendo el procedimiento descrito en Faegri & Inversen (1989).

Se tomó 1cm³ de la muestra, esta fue tamizada en una malla de 250 µm y tratada con una solución de pirofosfato de sodio al 10% durante una hora en baño de María, se procedió a tamizar con una malla de 215 µm y a lavar el residuo con agua destilada, posteriormente éste fue centrifugado y se le adicionó HCL al 10% por pocos minutos, luego se le agregó ácido acético glacial y se centrifugó. Siguió

el proceso de acetólisis de Erdtman. Luego de la acetólisis las muestras fueron lavadas con agua destilada y finalmente se utilizó una mezcla de alcohol-bromoformo con una densidad de 2.0 g/cm³ para separar la fracción orgánica de la inorgánica. El residuo orgánico resultante fue lavado con alcohol y transferido a tubos de vidrio para finalmente ser montado en gelatina glicerizada sobre una placa portaobjetos y sellado con parafina.

2.4 Análisis palinológico de las muestras

Los análisis palinológicos se llevaron a cabo en el laboratorio de bioestratigrafía del Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) en el marco del convenio STRI-ICP. Se utilizó un microscopio de luz transmitida Zeiss Axioskop 2 *plus* DIC. Las placas palinológicas fueron barridas en su totalidad utilizando un objetivo de 40X con el fin de localizar e identificar los diferentes morfotipos. Se contaron todos los palinomorfos encontrados en cada placa (polen, esporas, dinoflagelados y otros grupos fósiles tales como esporas de hongos, foraminíferos quitinosos, algas y escolecodontes) que no fueron identificados a nivel específico. La caracterización morfológica de los taxa fósiles encontrados fue hecha en el objetivo de inmersión de 100X con el fin de reconocer sus características principales. La identificación de los taxa se realizó a través de comparaciones con descripciones y fotografías publicadas, bases de datos electrónicas para el norte de Sur América (Jaramillo & Rueda, 2006), y con los holotipos y paratipos de las colecciones palinológicas de INTEVEP-PDVSA (Instituto Venezolano del Petróleo – Petróleos de Venezuela S.A) y la Universidad de Amsterdam del Mioceno del norte de Sur América. Se elaboraron “index card” con el dibujo de cada palinomorfo y su correspondiente descripción, su nombre fósil y su afinidad botánica en cuanto fue posible. Los morfotipos indeterminados fueron nombrados informalmente de acuerdo a sus características morfológicas para facilitar su identificación y recuento. Las fotografías fueron tomadas utilizando una cámara digital Nikon Coolpix 4500 y las

planchas se editaron utilizando Adobe Photoshop 7.0 ®. La mayoría de los morfotipos tienen coordenadas cartesianas en la placa correspondiente.

Los morfotipos encontrados en el pozo Opogadó-1 fueron organizados en grupos ecológicos como: (1) bosque tropical de tierra firme (BTTF), (2) bosque tropical inundable (BTI), (3) bosque de manglar (BDM) y (4) palinomorfos marinos (EM), con el fin de facilitar su interpretación paleocológica (Anexo 1). Los morfotipos fueron agrupados en tres categorías botánicas artificiales: (1) angiospermas, (2) gimnospermas y (3) esporas de pteridofitos, briofitos y licofitos, con el fin de conocer la contribución de cada uno de estos grupos en el espectro polínico de las muestras del Plioceno temprano en la Cuenca del Atrato.

Los datos palinológicos de las 5 muestras analizadas del pozo Opogadó-1 generados durante la realización de este trabajo, fueron comparados cualitativamente con los mismos tipos de datos reportados para los pozos Villanueva y San Martín que fueron compilados de Urrego *et al.*, (2006). Debido a que no se puede hacer una comparación directa entre estos tres pozos, ya que los morfotipos encontrados en el pozo Opogadó-1 fueron nombrados de acuerdo con la nomenclatura fósil y los reportados en el trabajo de Urrego *et al.*, (2006) utilizaron la nomenclatura botánica, se buscó en lo posible en la literatura palinológica la afinidad florística actual de todos los morfotipos encontrados en la sedimentitas del pozo Opogadó-1, con el fin de poder establecer que tipos de familias dominaban la composición florística de las paleocomunidades del Plioceno temprano y compararlas con las reportadas para el Holoceno tardío y para la actualidad a partir de inventarios florísticos realizados en la misma área.

3. RESULTADOS

Un total de 6830 individuos se contaron en las 5 muestras del pozo Opogadó-1 analizadas palinológicamente, de los cuales 6817 corresponden al recuento de polen y esporas y 13 al recuento de palinomorfos marinos. La Tabla 1 resume la distribución de los microfósiles hallados. En cuanto al número de morfoespecies, se identificaron 118 tipos diferentes, estos morfotipos son sistematizados y descritos morfológicamente en el Anexo 2. De igual manera, la distribución y abundancia de estas morfoespecies en cada una de las muestras analizadas se registra en la carta de distribución bioestratigráfica del pozo Opogadó-1 (Anexo 3).

Tabla 1. Recuento de palinomorfos y otros microfósiles encontrados en el pozo Opogadó-1, donde se indica la profundidad de cada muestra en el pozo (PM).

PM (pies)	Polen y Esporas	Dinoflagelados	Escolecodontes	Foraminíferos quitinosos
48 - 60	873	-	-	-
270 - 300	999	-	-	-
480 - 510	2064	5	1	3
990 - 1000	1978	3	-	-
1510 - 1540	903	1	-	-
	6817	9	1	3

3.1 La palinoflora del pozo Opogadó-1 (1540'-48')

En las muestras del pozo Opogadó-1 se registran palinomorfos de tipo continental y marino (Tabla 1). De las 118 morfoespecies reportadas en este trabajo 3 corresponden a ambientes exclusivamente marinos, tales como *Polysphaeridium* sp., Foraminíferos quitinosos y Escolecodontes y 115 a morfoespecies de polen y

esporas (Anexo 3).

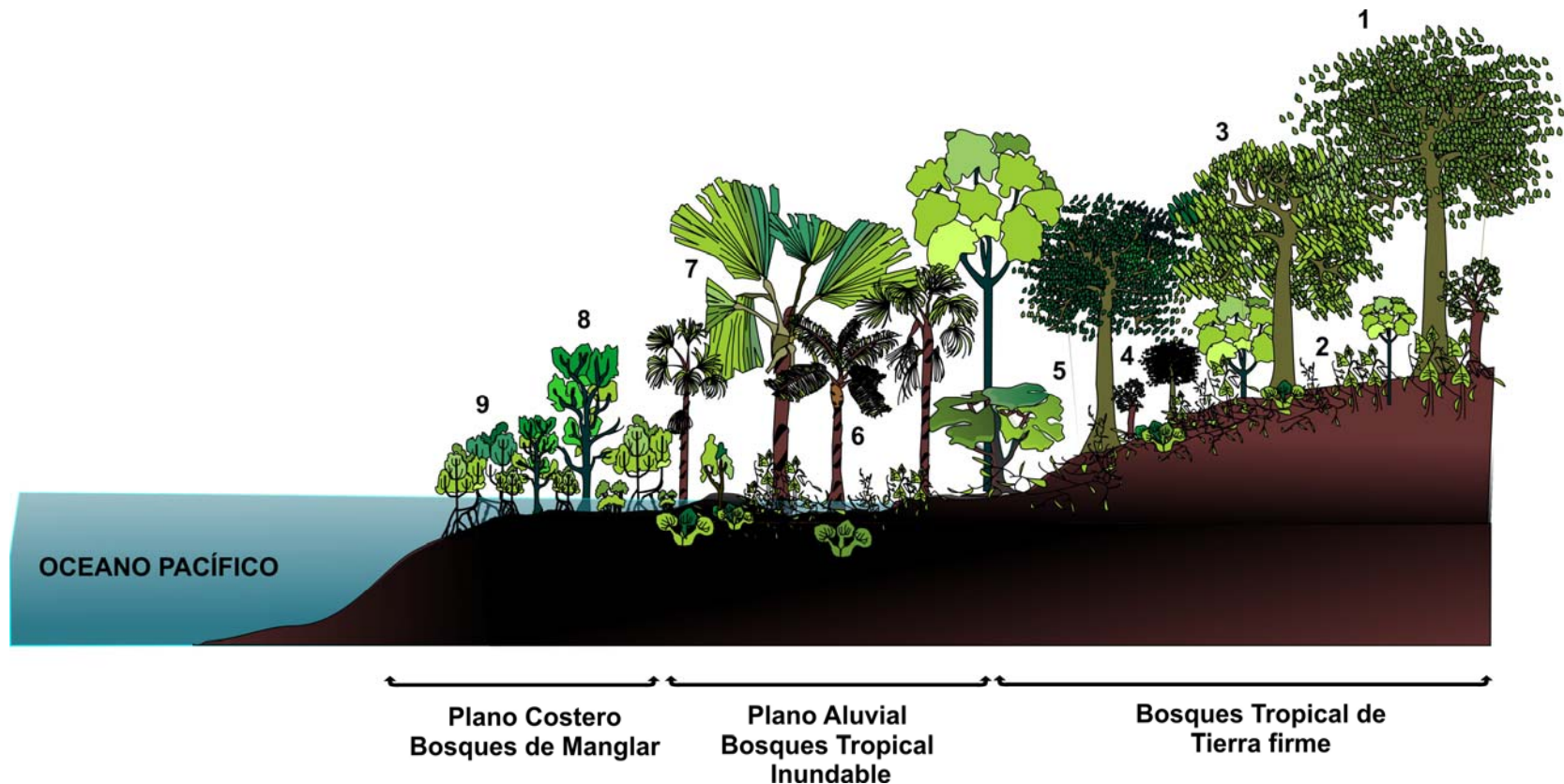
Los taxa relacionados a condiciones continentales reportados en el pozo Opogadó-1 más comunes son: *Cingulatisporis* sp. 1 (Lorente), *Clavainaperturites microclavatus*, *Cyatheacidites annulatus*, *Deltoidospora adriennis*, *Echiperiporites* sp. aff. *E. estelae*, *Echitricolporites spinosus*, *Echitriletes* sp. cf. *E. muelleri*, *Foveotriletes* sp. cf. *F. ornatus*, *Gemmamonocolpites* spp., *Heterocolpites incomptus*, *Ilexpollenites* sp., *Kuylisporites waterbolkii*, *Laevigatosporites tibuensis*, *Lanagiopollis crassa*, *Matonisporites mulleri*, *Mauritiidites franciscoi* var. *franciscoi*, *Monoporopollenites annulatus*, *Nijssenosporites fossulatus*, *Perfotricolpites digitatus*, *Perisyncolporites pokornyj*, *Podocarpidites* sp., *Polypodiaceoisporites "distafossulatus"*, *Polypodiaceoisporites "pseudopteris"*, *Polypodiaceoisporites "verulobatiformis"*, *Polypodiaceoisporites pseudopsilatus*, *Proteacidites "helenicus"*, *Proteacidites triangulatus*, *Psilaperiporites minimus*, *Psilaperiporites multiporatus*, *Psilatriteles* spp., *Ranunculacidites operculatus*, *Retimonocolpites absyae*, *Retimonocolpites* sp. aff. *R. retifossulatus*, *Retimonocolpites longicolpatus*, *Retimonocolpites maximus*, *Retitrescolpites? irregularis*, *Retitricolpites simplex*, *Retitriletes* sp. aff. *R. sommeri*, *Striatricolpites* sp. aff. *S. catatumbus*, *Tetracolporopollenites* sp. aff. *T. maculosus*, *Verrucatosporites usmensis*, *Verrucatotriletes* spp., *Verrucatotriletes* sp. aff. *V. etayoi*, *Verrucatotriletes bullatus* y *Zonocostites ramonae*, entre otros.

La asociación polínica encontrada en las cinco muestras del pozo Opogadó-1 se caracteriza por una buena representación de morfoespecies típicas de un sistema fluvio – marino. Las asociaciones fósiles encontradas en estas sedimentitas pueden ser relacionadas con modelos tropicales que describen el origen de las distintas asociaciones palinológicas que se pueden encontrar en ambientes sedimentarios clásticos en el norte de Sur América; como los descritos por Muller (1959) para el delta del Orinoco y Lorente (1986) para las cuencas de Maracaibo, Falcón y Oriental de Venezuela.

A partir de criterios de afinidad taxonómica publicados en los trabajos de Absy (1979), Behling & Hooghiemstra (1998), Berrío *et al.* (2000), Germeraad *et al.* (1968), González *et al.* (2006), Hofmann (2002), Hooghiemstra & Van der Hammen (1998), Hoorn (1993, 1994a, 1994b, 2006a, 2006b), Lorente (1986), Muller (1959), Roubik & Moreno (1991), Urrego *et al.* (2006); Van der Hammen & Hooghiemstra (2000), entre otros, consignados en el Anexo 1; las 118 morfoespecies identificadas en el pozo Opogadó-1 fueron agrupadas ecológicamente en (1) Bosque tropical de tierra firme (BTTF), (2) Bosque tropical inundable (BTI), (3) Bosque de manglar (BDM), (4) Palinomorfos marinos (EM) y (5) Palinomorfos con afinidad desconocida (D), teniendo en cuenta su nicho paleoecológico y la distribución ecológica actual de la especie a la cual es asociado el grano fósil. Esto se hizo con el fin de poder establecer comparaciones ecológicas entre las muestras del Plioceno temprano y relacionar esta paleovegetación con la reportada para el Holoceno tardío en la Cuenca del Atrato. La Figura 5 ilustra de manera esquemática la posible distribución de la vegetación durante el Plioceno temprano en la Cuenca del Atrato.

3.1.1 Bosque tropical de tierra firme (BTTF). Asociado a un sistema fluvio-lacustre, dentro de los granos de polen más representativos están: *Clavainaperturites clavatus*, *Clavainaperturites microclavatus*, *Corsinipollenites oculusnoctis*, *Ericaceae type*, *Echitricolporites spinosus*, *Heterocolpites incomptus*, *Ilexpollenites* sp., *Lanagiopollis crassa*, *Monoporopollenites annulatus*, *Pachydermites diderixi*, *Perfotricolpites digitatus*, *Perisyncolporites pokorny*, *Podocarpidites* sp., *Proteacidites triangulatus*, *Psilaperiporites minimus*, *Ranunculacidites operculatus*, *Retistephanoporites crassianulatus*, *Retitrescolpites? irregularis*, *Retitricolpites simplex*, *Striatricolpites* sp. aff. *S. catatumbus*, *Syncolporites poricostatus*, y *Tetracolporopollenites* sp. aff. *T. maculosus*.

Figura 5. Gráfico esquemático en el que se muestra la posible configuración de la vegetación en la Cuenca del Atrato durante el Plioceno temprano. A partir de los palinomorfos encontrados en las sedimentitas del pozo Opogadó-1, se puede inferir la presencia de bosque de tierra firme (BTTF), bosque tropical inundable (BTI) y bosque de manglar (BDM), asociados a planos costeros y aluviales similares a los reportados en otros lugares para el norte de Sur América. Las asociaciones vegetales más importantes están representadas por taxas de: (1) Clusiaceae, (2) Pteridofitos, briofitos y licofitos, (3) Malpighiaceae, (4) Malvaceae, (5) *Miconia* sp., (6) *Ipomea* sp., (7) *Mauritia* sp., (8) *Avicenia* type, (9) *Rhizophora* sp., entre otros.



3.1.2 Bosque tropical inundable (BTI). Asociado principalmente al establecimiento de palmas en suelos poco drenados y a una abundancia de esporas, representadas por los granos fósiles *Cyatheacidites annulatus*, *Cystopteris* type, *Echimonocolpites* spp., *Echiperiporites* sp. aff. *E. estelae*, *Echitriletes* sp. cf. *E. muelleri*, *Foveotriletes* sp. cf. *F. ornatus*, *Gemmamonocolpites* spp., *Kuylisporites waterbolcii*, *Laevigatosporites tibuensis*, *Laevigatosporites* sp.1 (J&D), *Matonisporites mulleri*, *Mauritiidites franciscoi* var. *franciscoi*, *Mauritiidites franciscoi* var. *minutus*, *Nijssenosporites fossulatus*, *Polypodiaceoisporites* sp. cf. *P. potonie*, *Polypodiaceoisporites "distafossulatus"*, *Polypodiaceoisporites "pseudopteris"*, *Polypodiaceoisporites pseudopsilatus*, *Polypodiaceoisporites "verrucatus"*, *Polypodiaceoisporites "verrucatiformis"*, *Psilatrilletes peruanus*, *Psilatrilletes* sp. (25-50 um.), *Psilamonocolpites* sp. aff. *P. rinconii*, *Psilamonocolpites medius*, *Psilamonocolpites nanus*, *Retimonocolpites absyae*, *Retitriletes* sp. aff. *R. sommeri*, *Retimonocolpites* sp. aff. *R. retifossulatus*, *Retimonocolpites longicolpatus*, *Retimonocolpites maximus*, *Verrucatosporites usmensis*, *Verrucatotriletes* sp. aff. *V. etayoi* y *Verrucatotriletes bullatus*.

3.1.3 Bosque de Manglar (BDM). Relacionados con condiciones salobres y fluctuaciones de la línea de costa; dentro de esta categoría se agrupan *Deltoidospora adriennis*, *Lanagiopollis crassa*, *Lanagiopollis* type, *Retitricolporites* sp.1. (*Avicennia* type), *Zonocostites* sp. y *Zonocostites ramonae*.

3.1.4. Palinomorfos marinos (EM). Asociados a profundidades marinas someras. Se reportaron en las muestras quistes de *Polysphaeridium* sp., Foraminíferos quitinosos y *Escolecodontes* sp.

3.1.5 Palinomorfos con afinidad desconocida (D). Se presume que los palinomorfos *Psilatricolporites garzonii*, *Psilaperiporites multiporatus*,

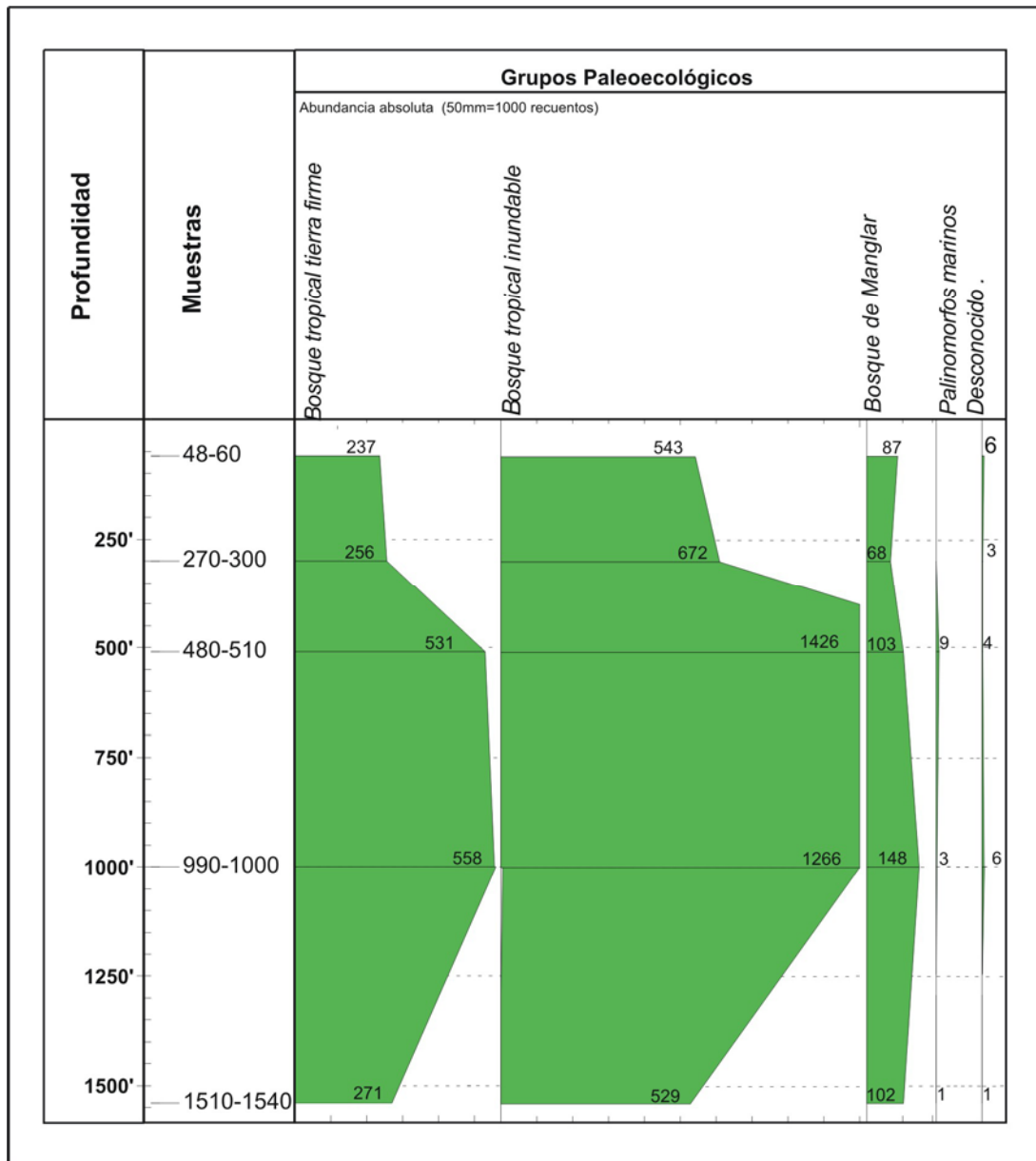
Psilatricolporites sp.1, *Psilatriporites sarmientoi* y *Psilatricolporites venezuelanus* hacen parte del bosque de tierra firme, sin embargo, fueron asignados en la categoría de desconocidos por no encontrarse en la literatura ningún tipo de afinidad taxonómica con géneros recientes.

En el espectro polínico del pozo Opogadó-1 el grupo dominante corresponde al bosque tropical inundable, con un porcentaje de 64.1%, seguido por el bosque tropical de tierra firme, con un 27.3%. El grupo ecológico bosque de manglar tiene una representación del 8.72%, el de palinomorfos marinos de 0.13% y el de palinomorfos con afinidad desconocida 0.32% (Figura 6).

El recuento de los palinomorfos incluidos en la categoría bosque tropical de tierra firme (BTTF), fue muy similar en todas las profundidades, 27.3%; en promedio; la muestra con mayor representación en este grupo fue la 1510'-1540' y las que presentaron la menor representación fueron las muestras 480'-510' y 270'-300'. La misma tendencia de estabilidad en la representación palinológica del grupo se presenta en la categoría bosque tropical inundable (BTI), los recuentos están en un promedio del 64.1% (Tabla 2); la muestra con mayor representación en este grupo fue la 480'-510' y la menor fue 1510'-1540'. En cuanto a la categoría palinomorfos típicos de manglar (PTM) el promedio del grupo estuvo en un 8.7%; la muestra más profunda (1510'-1540') presentó la mayor representación de morfotipos e individuos asociados a ambientes de manglar; por el contrario, la muestra 480'-510' presentó el menor recuento.

Las categorías palinomorfos marinos (EM) y palinomorfos con afinidad desconocida (D), tienen en promedio los menores recuentos en todas las muestras, 0.13% y 0.32% respectivamente. La muestra con mayor número de palinomorfos marinos fue la 480'-510'; sin embargo, en las muestras más superficiales 270'-300' y 48'-60' no hay representación de este grupo en el recuento total.

Figura 6. Gráfico en el que se señala la distribución en diferentes grupos ecológicos de los morfotipos reportados para el pozo Opogadó-1. Las categorías ecológicas esquematizadas son (1) bosque tropical de tierra firme, (2) bosque tropical inundable, (3) bosque de manglar, (4) palinomorfos marinos, (5) palinomorfos desconocidos.



El recuento de individuos catalogados como desconocidos fue muy bajo en estos agrupamientos, los valores menores y mayores corresponden a las muestras 1510'-1540' y 48'-60' respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Representación porcentual de las categorías ecológicas, en relación al recuento de palinomorfos en cada muestra. Profundidad de la muestra (PM), Categorías ecológicas: (1) bosque tropical de tierra firme (BTTF), (2) bosque tropical inundable (BTI), (3) bosque de manglar (BDM), (4) palinomorfos marinos (EM) y (5) palinomorfos con afinidad desconocida (D).

PM (pies)	BTTF	BTI	BDM	EM	D
48 - 60	27.1	62.2	10	0	0.7
270 - 300	25.6	67.9	6.8	0	0.3
480 - 510	25.6	68.2	5	0.4	0.2
990 - 1000	28.2	63.9	7.5	0.15	0.3
1510 - 1540	30	58.1	11.3	0.1	0.1

3.2 Variaciones de la palinoflora en el registro del pozo Opopadó-1.

En términos generales la palinoflora reportada para el pozo Opopadó-1 de base a tope está caracterizada por una gran abundancia de esporas: se nota un aumento en el recuento de estos palinomorfos a medida que se asciende en profundidad. Sin embargo, los valores decrecen nuevamente a partir de la profundidad 270'-300'. Aunque para la muestra 1510'-1540' la cantidad de esporas es menor en relación con las muestras superiores, en esta profundidad se presentan recuentos importantes de *Echimonoletes* sp.1, *Kuylisporites waterbolckii* y *Polypodiisporites* spp. En las muestras 990'-1000' y 480'-510' se presentaron los recuentos más altos para la mayoría de estos morfotipos; se destacan los valores de *Polypodiaceoisporites pseudopsilatus*, *Psilatriteles* sp. (25-50µm), *Retitriteles* spp., *Verrucatotriteles bullatus* y *Verrucatotriteles* spp. La muestra 990'-1000' está caracterizada por el recuento más alto de *Foveotriteles* cf. *ornatus* y *Retitriteles* aff. *sommeri*. En las muestras 270'-300' y 48'-60' son importantes los recuentos de

Cystopteris type, *Echimonoletes* sp.1, *Polypodiisporites* sp.1, y *Psilatrilletes* sp. (25-50µm), *Echimonoletes* sp.1, *Kuylisporites waterbolkii*, *Polypodiisporites* spp.

En cuanto al recuento total de morfoespecies de esporas, la profundidad 1510'-1540' presenta el valor más bajo para todas las muestras: 35 morfoespecies. En las profundidades 990'-1000' y 480'-510' se reportan la mayoría de morfoespecies descritas en las cinco muestras del pozo Opogadó-1, 42 y 43 respectivamente. La muestra 270'-300' presenta 39 morfoespecies y la 48'-60' sólo 38. Teniendo en cuenta el recuento total de individuos de esporas reportados en estas muestras, la profundidad 480'-510' presentó el valor más alto con 1023 individuos, y la profundidad 48'-60' el más bajo con 413 individuos (Tabla 3).

Aunque los granos de polen (angiospermas y gimnospermas) son el grupo más abundante con relación al número de morfoespecies y al recuento total de individuos, estos valores son similares a los reportados para el grupo representado por las esporas (helechos, briofitos y licofitos). La asociación polínica, en relación al polen está dominada por *Clavainaperturites clavatus*, *Clavainaperturites microclavatus*, *Gemmamonocolpites* spp., *Ilexpollenites* sp., *Lanagiopollis* type, *Mauritiidites franciscoi* var. *franciscoi*, *Monoporopollenites annulatus*, *Perisyncolporites pokorny*, *Podocarpidites* sp., *Ranunculacidites operculatus* y *Zonocostites* sp. (ver Anexo 3).

El espectro polínico, refleja que en cuanto a la representación de granos de polen, la muestra 1510'-1540' presenta el recuento más alto de *Zonocostites* sp. la muestra 990'-1000' tiene los mayores recuentos de *Gemmamonocolpites* spp., *Ilexpollenites* sp., *Lanagiopollis* type, *Mauritiidites franciscoi* var. *franciscoi*, *Perisyncolporites pokorny* y *Ranunculacidites operculatus*. En la muestra 480'-510' se encuentra las mayores abundancias de *Clavainaperturites microclavatus* y *Clavainaperturites clavatus* y en la muestra 270'-300' las de *Monoporopollenites annulatus*. En relación al grano de polen fósil típico de gimnospermas

(*Podocarpidites* sp.), su mayor abundancia se registra en la profundidad 990'-1000', seguido por las profundidades 1510'-1540', 480'-510', 270'-300' y 48'-60' respectivamente (ver Anexo 3).

Tabla 3. Recuento de palinomorfos encontrados en el pozo Opogadó-1, donde se indica la profundidad de cada muestra en el pozo (PM), además del recuento de angiospermas, gimnospermas, pteridofitos, briofitos y licofitos.

PM (pies)	Recuento Angiospermas	Recuento Pteridofitos, Briofitos y Licofitos	Recuento Gimnospermas	Total
48 - 60	440	413	20	873
270 - 300	451	513	35	999
480 - 510	995	1023	46	2064
990 - 1000	1036	853	89	1978
1510 - 1540	442	415	46	903
	3364	3217	236	6817

De las 71 morfoespecies que corresponden a granos polen de angiospermas y gimnospermas, la muestra 1510'-1540' fue la que obtuvo la menor representación: 36 morfoespecies. En la muestra 990'-1000' se reportaron 54 morfoespecies y en la 480'-510 la mayor representación con 58. Para la muestra 270'-300' y 48'-60' se encontraron 50 y 55 morfoespecies respectivamente. Cabe resaltar, que no se presenta una tendencia en el número de morfoespecies con relación a la profundidad de la muestra; sin embargo, en la muestra más profunda (1510'-1540') también se obtuvieron los valores más bajos en cuanto al número de morfoespecies de esporas encontradas en el pozo Opogadó-1 36 morfoespecies. En relación al recuento total de polen y esporas, la profundidad con mayor número de palinomorfos fue la 990'-1000' con 1036 en total y la muestra con menor cantidad de individuos; sólo 440, fue la profundidad 48'-60'; esta misma profundidad también presentó el valor más bajo en el recuento total de esporas (Tabla 3).

3.3 Interpretación bioestratigráfica del pozo Opogadó-1

La asociación palinológica reportada en las sedimentitas del pozo Opogadó-1 presenta marcadores bioestratigráficos muy importantes para el norte de Sur América, como los taxa *Echitricolporites spinosus*, *Pachydermites diderexi*, *Cingulatisporis* sp. 1 (Lorente) y *Cyatheacidites annulatus*. Con base en la zonificación propuesta por Muller *et al.* (1987) para el norte de Sur América, la presencia de estos palinomorfos es característica de las biozonas *Echitricolporites spinosus* – *Echitricolporites macneilly*, de edad Mioceno tardío a Plioceno (Figura 7).

Figura 7. Correlación entre las zonas palinológicas de diferentes áreas del norte de Sur América. (Modificado de Hoorn, 1993)

		El Caribe (Germeraad <i>et al.</i> , 1968)	Brasil (Regali <i>et al.</i> , 1974)	N. de Sur América (Muller <i>et al.</i> , 1985)	Venezuela (Lorente, 1986)
Pleistoceno		<i>Alnipollenites verus</i>		<i>Alnipollenites verus</i>	<i>Alnipollenites</i>
Plioceno		<i>Echitricolporites mcneilly</i>	<i>Echitricolporites spinosus</i>	<i>Echitricolporites mcneilly</i>	<i>Fenestrites longispinosus</i>
Mioceno	tardío	<i>Pachydermites diderexi</i>		<i>Echitricolporites spinosus</i>	<i>Echitricolporites spinosus</i>
	medio			<i>Crassorettriletes vanraadshoovenii</i>	<i>G. magnaclavata</i> <i>Crassorettriletes</i>
	temprano	<i>G. magnaclavata</i>	<i>Echitriteles muelleri</i>	<i>E. maristellae</i> / <i>P. minimus</i>	<i>Psiladiporites</i>
		<i>M. Vanderhammenii</i>			<i>Verrutricolporites</i>
<i>P. minimus</i> <i>J. saemrogiformis</i>		<i>V. Rotundiporus</i> / <i>E. barbeitoensis</i>			<i>Verrutricolporites</i> / <i>Cicatricosisporites</i>

Según Duque-Caro (1990a, b) la edad de la Formación Munguidó, con base en el estudio de foraminíferos, es Mioceno tardío a Plioceno. Los 2950' superiores de esta Formación en el pozo Opogadó 1, los interpreta dentro de las biozonas N19 a N21 de Bergreen *et al.* (1985), de edad Plioceno. Igualmente opina que el techo

de la Formación Munguidó no es más joven que el datum de extinción de *Globorotalia margaritae margaritae*, que actualmente se interpreta a 3.58 Ma. (Berggren *et al*, 1995) Plioceno temprano. Por lo tanto, la integración de información bioestratigráfica obtenida por Duque-Caro (1990 a,b) y los resultados palinoestratigráficos de este estudio, sugieren una edad Plioceno para el intervalo analizado del pozo Opogadó 1.

4. DISCUSIÓN

4.1 Un Acercamiento a la paleoecología de los bosques del Plioceno y su relación con los ambientes de sedimentación.

Teniendo en cuenta que los datos obtenidos a partir de registros de polen fósil reflejan la diversidad florística de una zona determinada y tienen implicaciones en escalas temporales y espaciales (Odgaard, 1999), se reconstruyó preliminarmente la paleovegetación de la Cuenca del Atrato durante el Plioceno temprano. Con el fin de establecer si durante este intervalo de tiempo la asociación florística estaba dominada por alguna comunidad en particular, se agrupó el espectro polínico de las cinco muestras del pozo Opogadó-1 en las categorías ecológicas (1) bosque tropical de tierra firme, (2) bosque tropical inundable y (3) bosque de manglar, como se menciona en el numeral 3.1 a partir de las afinidades taxonómicas reportadas en el Anexo 1.

La categoría ecológica denominada bosque tropical inundable es la que presenta el mayor recuento de individuos en las muestras, (64.1%). Sin embargo, esta alta representación se debe a que en esta categoría fueron agrupados todos los recuentos de esporas, junto al de palmas y hierbas. El criterio escogido para agrupar junto con las palmas a todos los pteridofitos, briofitos, licofitos y a las hierbas, se sustenta en que la mayoría de taxa que integran estos grupos vegetales se encuentran en la actualidad en zonas extremadamente húmedas del bosque, haciendo parte del sotobosque o cubriendo los troncos de los árboles (Berrío, 2002). Dentro de esta categoría, las esporas de pteridofitos, briofitos y licofitos son el grupo más abundante (46% del recuento total del grupo), seguido por las palmas, donde solamente el recuento de *Mauritiidites franciscoi* var. *franciscoi* y *Mauritiidites franciscoi* var. *minutus* (*Mauritia* sp.) representan el 6.5% del recuento total de palinomorfos y en conjunto todos los morfotipos asociados a palmas, el 16.3%. Esto valores permiten considerar a las palmas uno de los

grupos ecológicos más importantes dentro de la paleovegetación del Plioceno temprano en la Cuenca del Atrato. Las familias vegetales más representativas encontradas en las muestras analizadas para la categoría bosque tropical inundable son: Adiantaceae (*Nijssenosporites fossulatus*), Cyatheaceae (*Kuylisporites waterbolkii*), Cyperaceae (*Cystopteris* type), Arecaceae (*Mauritiidites franciscoi* var. *franciscoi*, *Psilamonocolpites medius*, *Psilamonocolpites nanus*), Caesalpinaceae (*Sriatricolpites* sp. aff. *S. catatumbus*), Lycopodiaceae (*Foveotriletes* sp. cf. *F. ornatos*, *Retitriletes* sp. aff. *R. sommeri*), Melastomataceae (*Heterocolpites incomptus*, *Heterocolpites verrucosus*), Myristicaceae (*Retimonocolpites absyae*) y Pteridaceae (*Polypodiaceoisporites* spp.).

En las sedimentitas del pozo Opogadó-1, el segundo grupo ecológico más importante, con un 27.3% del recuento total, corresponde al bosque tropical de tierra firme. Este grupo lo integran taxa de familias como Asteraceae (*Echitricolporites spinosus*), Bombacaceae (*Retistephanoporites crassianulatus*), Clusiaceae (*Pachydermites diderixi*), Convolvulaceae (*Perfotricolpites digitatus*), Euphorbiaceae (*Ranunculacidites operculatus* y *Retitrescolpites? irregularis*), Malpighiaceae (*Perisyncolporites pokorny* y *Tetrapteris* type), Malvaceae (*Echiperiporites* sp. aff. *E. estelae*), Poaceae (*Monoporopollenites annulatus*) Proteaceae - Sapindaceae (*Proteacidites* spp, *Proteacidites triangulatus* y *Syncolporites poricostatus*), Sapotaceae (*Tetracolporopollenites* sp. aff. *T. maculosus*, *Tetracolporopollenites transversalis*) principalmente. Estas familias durante el Holoceno han sido constituyentes muy importantes del bosque húmedo tropical (Berrío, 2002; González *et al.*, 2006; Urrego *et al.*, 2006) y en la actualidad son reportadas en los inventarios florísticos de la zona (Galeano *et al.* 1998; Rangel & Lowy, 1993).

Dentro del bosque tropical de tierra firme, también se encontraron familias que en la literatura están asociadas a ambientes de montaña, como Podocarpaceae

(*Podocarpidites* sp.), Aquifoliaceae (*Ilexpollenites* sp.) y Chlorantaceae (*Clavainaperturites clavatus* y *Clavainaperturites microclavatus*). Autores como Colinvaux *et al.*, (1996) argumentan que estas taxa ocurren solamente en áreas bajas durante períodos fríos (glaciales); sin embargo, Cuatrecasas (1958), Gentry (1986) y Van der Hammen & Hooghiemstra (2000), reportan la presencia de taxa propios de montaña en las selvas húmedas del Chocó, como constituyentes del bosque húmedo tropical actual, especialmente en zonas con altos niveles de precipitación (más de 3000 mm/año). A pesar de que la zona de estudio actualmente presenta uno de los índices de precipitación anual más altos a nivel mundial y que este valor sobrepasa considerablemente los 3000 mm/año, las altas cantidades de *Ilexpollenites* sp. (*Ilex* sp.), *Podocarpidites* sp. (*Podocarpus* sp.), *Clavainaperturites clavatus* y *Clavainaperturites microclavatus* (*Hedyosmum* sp.), permiten inferir que, aunque durante el Plioceno temprano en la cuenca del Atrato pudo haber existido representación activa de estas taxa mediado por una alta pluviosidad, los elevados recuentos de palinomorfos reportados en las cinco muestras analizadas se pueden asociar a la existencia de granos de polen que deben haber sido transportados y depositados en la Cuenca del Atrato por una dinámica fluvial que arrastrara sedimentos terrígenos desde tierras altas, mas aun cuando el margen occidental de la Cordillera Occidental ya estaba levantado en el Plioceno temprano (Burnham & Graham, 1999) y debió generar sedimentos hacia la cuenca transportados por el viento y los ríos; similar a lo ocurrido en la Amazonía durante el Mioceno (Hoorn, 1994a,b).

La hipótesis de que existió durante el Plioceno temprano en la Cuenca del Atrato un sistema fluvial lo suficientemente desarrollado para transportar sedimentos terrígenos hacia la cuenca, puede ser sustentada teniendo en cuenta la gran representación de polen y esporas en el espectro polínico de todas las muestras analizadas. Además, la mayor representación de palinomorfos clasificados dentro de la categoría de bosque tropical de tierra firme se reportó en el pozo Opogadó-1 a 1510'-1540' de profundidad, muestra más profunda analizada en este trabajo.

Al analizar el espectro polínico del pozo Opogadó-1 se encontró que los taxa agrupados dentro de la categoría bosque de manglar, corresponden al 11.3 % del recuento total de individuos y se distribuyen en todas las muestras. Las abundancias de taxa de la familia Rhizophoraceae (*Zonocostites ramonae* y *Zonocostites* sp.) y de la familia Theaceae (*Lanagiopollis crassa* y *Lanagiopollis* type) son mayores en las muestras más profundas y están asociados a la presencia de microfósiles marinos como dinoflagelados, escolecodontes y foraminíferos quitinosos, lo que sugiere la presencia de un ecosistema costero bien desarrollado y un ambiente de acumulación relacionado con condiciones salobres (Foster, 1978).

Adicionalmente la presencia de *Heterocolpites incomptus* (*Miconia* sp.), *Mauritiidites franciscoi* var. *franciscoi* (*Mauritia* sp.), *Retitrescolpites? irregularis* (*Amanoa* sp.) y *Corsinipollenites oculusnoctis* (*Ludwigia* sp.). se ha reportado en planos aluviales del Río Caquetá (Urrego, 1991) y en pantanos con una alta representación de *Miconia* sp. y *Mauritia* sp., asociados a la presencia de *Virola* (*Retimonocolpites absyae*) e *Iriarteia* (*Clavamonocolpites* spp.) en la cuenca del Amazonas (Hoorn, 1994). De igual manera, morfoespecies como *Retistephanoporites crassianulatus* (*Quararibea guianensis*), *Striatricolpites* sp. aff. *S. catatumbus* (*Crudia*, *Macrolobium*), *Ranunculacidites operculatus* (*Alchornea* sp.) y *Perisyncolporites pokorny*, son típicas de vegetación riparia, (Urrego, 1991; Hoorn, 1993). Sin embargo, *Alchornea* sp., en el Río Caquetá es tolerante a inundaciones y también se puede encontrar asociada a *Mauritia* sp. (Urrego, 1991). En la sección de Santa Teresa en Perú, también se encontró *Retimonocolpites maximus* asociado a estos taxa al borde de canales y ríos (Hoorn, 1994). Estos tipos de asociaciones son característicos de un plano aluvial (Lorente, 1986) y están reportados en las sedimentitas del pozo Opogadó-1, lo cual soporta la hipótesis del desarrollo de vegetación continental, típica de llanuras aluviales, como bosques inundables y de tierra firme en la Cuenca del Atrato

durante el Plioceno temprano, similares a los reportados para el Neógeno en el trópico.

Aunque Poaceae y Cyperaceae, han sido consideradas taxa típicos de vegetación abierta, en el Amazonas son elementos importantes de la vegetación pionera y se encuentran sobre playas de arena a la orilla de los ríos (Hoorn, 1993). Los recuentos importantes de *Monoporopollenites annulatus* y *Cystopteris* type en las muestras analizadas pueden ser explicados a partir de fluctuaciones en el sistema fluvial que quizás permitieron el establecimiento de características ecológicas parecidas a las reportadas para el Amazonas. En el estudio palinológico de la sección de Terra Nova en la Amazonía Brasileira, Absy (1979) encuentra que los taxa de Poaceae son comunes y que este tipo de vegetación fluctúa en relación a cambios en el nivel del agua. Por otra parte, Lorente (1986) señala que en el norte de Venezuela el plano aluvial está dominado por polen de Poaceae y Amaranthaceae - Chenopodiaceae (*Psilaperiporites minimus*); así como Cyperaceae y Asteraceae (*Echitricolporites spinosus*) también son componentes comunes en la asociación polínica.

La ocurrencia de *Zonocostites ramonae* (*Rhizophora*), *Zonocostites* sp., *Lanagiopollis crassa* (*Pelliciera rhizophorae*), *Lanagiopollis* type, *Retitricolporites* sp.1. (*Avicennia* type), acompañados de esporas del helecho fósil *Deltoidospora adriennis* (*Acrostichum aureum*), está relacionada con el establecimiento de ecosistemas de manglar e indica la influencia de un régimen de mareas bien desarrollado. (Lorente, 1986; Hoorn, 1993). Para la Amazonía y el norte de Venezuela esta asociación vegetal es típica de un plano costero. Por lo tanto los altos recuentos de taxa de bosque de manglar en las sedimentitas analizadas del pozo Opogadó-1 sugieren la presencia de este tipo de ambiente de sedimentación y ecosistema durante el Plioceno temprano en algunas áreas de la Cuenca del Atrato.

En general, la asociación polínica de las muestras del Plioceno temprano permite inferir condiciones de sedimentación típicas de un sistema fluvial cercano a la costa, donde se reportan asociaciones vegetales de planos aluviales y costeros, semejantes a los reportados por Hoorn (2006) para la Amazonía durante el Mioceno, Lorente (1986) para el norte de Venezuela, Muller (1959) para el delta del Orinoco, Van der Hammen (1963) y Wijmstra (1971) para la Guyana.

4.2 Variaciones en la asociación polínica de las muestras del Plioceno temprano

Aunque no hay variaciones drásticas en los recuentos de la mayoría de los morfotipos reportados para las muestras del Plioceno temprano, se nota una reducción en las abundancias de taxa asociados a palmas hacia el tope de la sección analizada, como es el caso de *Mauritiidites franciscoi* var. *franciscoi* (*Mauritia* sp.), cuya presencia en el registro polínico está relacionada a ambientes con suelos poco drenados (Van der Hammen, 1956) y a pantanos de ambientes costeros y fluviales (Muller, 1959; Germeraad *et al*, 1968). Esta reducción puede ser explicada por la acumulación de clastos de grano grueso en el ambiente Kalliola *et al.* (1992), lo que podría relacionarse con un aporte mayor de sedimentos terrígenos y con la somerización final de la Cuenca de Atrato ya que los valores más bajos en relación al recuento de este grupo se encuentran en la profundidad 48'- 60'. (Ver Anexo 3). Duque-Caro (1990), reporta que para esta profundidad se presenta un aumento en la cantidad de materia orgánica lo que podría ser interpretado como un indicador de la somerización de los ambientes de acumulación de la cuenca; de igual manera la nula presencia de elementos marinos típicos como dinoflagelados, escolecodontes y foraminíferos quitinosos en el análisis palinológico de las muestras del pozo Opogadó-1 podría corroborar esta hipótesis.

Para la Cuenca del Atrato durante el Plioceno temprano, hay registros de cambios paleobatimétricos y procesos de subsidencia muy marcados (Burnham & Graham 1999; Coates *et al.*, 2004; Duque-Caro, 1990 c); dinámicas geológicas que provocaron fluctuaciones en la línea de costa y heterogeneidad ambiental; que en espacio y tiempo propician el desarrollo de diferentes asociaciones vegetales (Rickfles, 1977). Esta heterogeneidad debida a disturbios ambientales, como los ocurridos en la Cuenca del Atrato durante el Mioceno medio – Plioceno tardío puede cambiar la conformación en las asociaciones vegetales existentes y modificar las condiciones necesarias para la permanencia de ciertos grupos vegetales en la zona (Rickfles, 1977). Además puede favorecer procesos de sucesión primaria (Urrego *et al.* 2006) y competición interespecífica (Osborne, 2000).

4.3 Comparación de la composición florística del Plioceno temprano con la reportada para el Holoceno tardío en el Chocó Biogeográfico

Al comparar la asociación palinológica encontrada en las muestras del pozo Opogadó-1 (Plioceno temprano) en la Cuenca del Atrato, con datos palinológicos del Holoceno tardío para el área del Chocó, no se identifican en Opogadó-1 episodios de sucesión ecológica en la vegetación, como los reportados por Urrego *et al.* (2006) para los pozos Villanueva y San Martín en la misma cuenca; ni los reportados por Behling & Hooghiemstra (1998), Berrío *et al.* (2000), Vélez *et al.* (2001) y Berrío (2002) para los lagos Jotardó, El Caimito y Piusbi al sur del Chocó. El espectro polínico del pozo Opogadó-1 muestra patrones aleatorios de los grupos vegetales; aunque hay cambios en la abundancia de ciertos grupos importantes como manglares y palmas. Estos cambios quizás puedan deberse a procesos tafonómicos y no a variaciones abruptas en la asociación vegetal. La presencia de la mayoría de morfotipos reportados en este trabajo y de las abundancias más altas de éstos en las muestras 480'-510' y 990'-100' (muestras intermedias) pueden corroborar esta hipótesis (ver Anexo 3).

Los procesos de sucesión ecológica ocurridos durante el Holoceno tardío en el Chocó pueden estar asociados a eventos ambientales relacionados con cambios climáticos y con la dinámica fluvial, que actualmente son los factores decisivos en el establecimiento y sucesión de ciertas comunidades vegetales en la zona, tal como lo propone Berrío (2002) y Urrego *et al.* (2006); ya que para esta época no hay influencia de cambios geológicos ni paleobatimétricos fuertes como los reportados durante el Mioceno – Plioceno en esta área; además, para el Holoceno tardío la Cuenca del Atrato y el Istmo de Panamá estaban totalmente emergidos. Algunos factores ambientales a menor escala como fluctuaciones en el nivel del mar, fluctuaciones en la precipitación, la prolongada permanencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), cambios geológicos menores como eventos erosivos, tectónicos y cambios antrópicos intervienen en el establecimiento y diversidad de las diferentes asociaciones vegetales (Urrego *et al.*, 2006). Estos cambios antrópicos se ven reflejados en el registro polínico de estos pozos, a partir de la presencia de granos de polen de *Zea mays* (cultígenos) y posiblemente del incremento en las palmas asociados a actividad antrópica (Berrío, 2002) y no se evidencian en el espectro polínico de las sedimentitas analizadas del pozo Opogadó-1.

Aunque los factores ambientales que dominan la ecología de las poblaciones Pliocénicas y Holocénicas en el Chocó biogeográfico no son los mismos y ocurren a diferentes escalas espaciales y temporales; al analizar la asociación palinológica de las muestras del Pozo Opogadó-1 se encuentra la representación activa de taxa asociados a familias de plantas como Adiantaceae, Anacardiaceae, Aquifoliaceae, Arecaceae, Chloranthaceae, Convolvulaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, Malpigiaceae, Melastomataceae, Myristicaceae, Onagraceae, Podocarpaceae, Rhizophoraceae y Theaceae, que también dominan la asociación florística en los análisis palinológicos de sedimentos del Holoceno para esta zona, como los realizados por Berrío (2002) y por Urrego *et al.* (2006). De igual forma,

estas familias han sido reportadas en los inventarios florísticos realizados desde la década de los 50 (Cuatrecasas, 1958; Forero & Gentry, 1989; Galeano *et al.* 1998; Gentry, 1986; Rangel & Lowy, 1993). A partir de lo anterior podemos inferir que las familias de plantas que dominan y caracterizan las diferentes asociaciones vegetales encontradas en la actualidad en la Cuenca del Atrato son componentes importantes del bosque húmedo tropical al menos desde el Plioceno temprano.

CONCLUSIONES

La asociación palinológica reportada en el intervalo 1540' – 48', sugiere que la vegetación continental del Plioceno temprano en la Cuenca del Atrato (Chocó, Colombia), estaba caracterizada por la presencia de taxa típicos de bosque tropical de tierra firme, bosque tropical inundable y bosque de manglar. El registro en el espectro polínico de vegetación local (mangles, palmas) y regional (bosque tropical de tierras bajas y la presencia de taxa montanos) en las 5 muestras del pozo Opogadó-1 es típico de deltas tropicales, donde hay una contribución de palinomorfos autóctonos y alóctonos (Hofmann, 2002), similares a los reportados para otros lugares del trópico durante el Neógeno (Absy, 1979; Hoorn, 1993, 1994; Lorente, 1986; Muller, 1959; Van der Hammen (1963) y Wijmstra (1971).

Los altos recuentos en las muestras del pozo Opogadó-1 de taxa correspondientes a vegetación de manglar, palmas, helechos y árboles montanos sugieren un ambiente muy húmedo, asociado a un sistema fluvial bien desarrollado, que transportaría sedimentos terrígenos a la cuenca. Aunque hay cambios importantes en las abundancias de estos grupos vegetales, estos cambios son aleatorios y no se pueden identificar episodios de sucesión ecológica durante el Plioceno temprano, como los reportados por Urrego *et al.* (2006) para el Holoceno tardío en la misma cuenca. Quizás la variación en abundancia de estos grupos ecológicos durante el Plioceno temprano esté relacionada a procesos tafonómicos o a los cambios geológicos que mediaron la somerización final de la Cuenca del Atrato.

El espectro polínico encontrado en la sedimentitas analizadas del pozo Opogadó-1 refleja que la composición florística de las paleocomunidades del Plioceno temprano en la Cuenca del Atrato estuvo dominada por la mayoría de las familias vegetales reportadas para el Holoceno tardío en esta área, con lo que podríamos

inferir que la composición actual del bosque humedo tropical en la Cuenca del Atrato al menos se ha mantenido desde el Plioceno temprano.

REFERENCIAS

ABSY, M.L., 1979. A palinological study of Holocene sediments in the Amazon basin. Ph.D. Thesis, University of Amsterdam. p. 86

BARNOSKY, A.D., CARRASCO, M.A., DAVIS, E.B. 2005. The Impacto of the Species-Area Relationship on Estimate of Paleodiversity. *Plos Biology*. v. 3 (8), p. 266.

BEHLING, H & HOOGHMSTRA, H. 1998. Holocene History of the Choco Rain Forest Laguna from Piusbi, Southern Pacific Lowlands of Colombia. *Quaternary Research*. v. 50, p. 300-308

BERGGREN, W.A., KENT, D.V., FLYNN, J.D., VAN COUVERING, J.A. 1985. Cenozoic geochronology. Geological Society of America Bulletin. v. 96. p. 1407-1418.

-----., KENT, D.V., SWISHER II, C.C., AUBRY, M. 1995. A revised Cenozoic Geochronology and Chronostratigraphy, En BERGGREN, W.A., KENT, D.V., AUBRY, M.P & HARDENBOL, L. Editors. *Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*. p. 129-212.

BERRÍO, J.C., BEHLING, H., HOOGHMSTRA, H. 2000. Tropical rain forest history from Colombian Pacific area: a 4200-yr pollen record from Laguna Jotardó. *The Holocene*. V. 10, p. 733-740.

-----., 2002. Lateglacial and Holocene vegetation and climatic change in lowland Colombia. Ph.D thesis, University of Amsterdam. School of Sciences. Institute for

Biodiversity and Ecosystem Dynamics (IBED) / Population Biology, *Research School Biodiversity*. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. P. 240

BURNHAM, R., GRAHAM, A. 1999. The history of Neotropical Vegetation: New developments and status. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. V. 86; No 2; p. 546-589.

BUSH, M.B., PIPERNO, D.R., COLINVAUX, P.A., DE OLIVEIRA, P.E., KRISSEK, L.A., MILLER, M.C., ROWE, W.E. 1992. A 14,300-yr paleoecological profile of a lowland tropical lake in Panama. *Ecological Monograph*. v. 62. p. 251-275.

COATES, A., COLLINS, L.S., AUBRY, M.P., BERGGREN, W.A. 2004. The Geology of the Darién, Panama, and the late Miocene-Pliocene collision of the Panama arc with northwestern South America. *Geological Society of America*. V. 116, No. 11/12, p. 1327-1344.

COLINVAUX, P.A. 1996. Quaternary environmental history and forest diversity in the neotropics. *Evolution and environment in tropical America*. Universidad de Chicago, Chicago. p. 359-405

-----, & BUSH, M.B. 1999. Tropical rainforest ecosystem as resource for hunters and gatherers. *Rev Paleobot: Palynol*. v, 55, p. 73-83.

-----,. DE OLIVEIRA, P.E., BUSH, M.B., 2000. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: the failure of the aridity and refuge hypotheses. *Quaternary Sciences Reviews*. v. 19, p.141-169.

CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. v. 10, p. 221-268.

DENGO, C.A., COVEY, M.C. 1993. Structure of the Eastern Cordillera of Colombia: Implications for trap styles and regional tectonics. *AAPG Bull.* v. 77, p. 1315-1337.

DUQUE-CARO, H. 1990a. Neogene stratigraphy, paleoceanography and paleobiogeography in northwest South America and the evolution of Panama seaway. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology.* v. 77, p. 203-204.

-----, 1990b. Estratigrafía, paleoceanografía de la cuenca del Atrato y la Evolución de Panamá. *Bol. Geol.* 31: Ingeominas, Bogotá.

-----, 1990c. The Choco Block in the northwestern corner of South America: Structural tectonostratigraphy and paleogeography implications. *Journal of South American Earth Sciences.* v. 3 (19), p. 71-84.

ESLAVA, J. 1993. Climatología. En P Leyva (Editores). Colombia Pacífico, Tomo I. Publicaciones FEN, Bogotá. p. 137-147.

FAEGRI, K. & INVERSEN, J. 1989. Textbook of pollen Analysis. Fourth edition. Chichester. p. 328

FORERO, E. & GENTRY, A. 1989. Lista anotada de las plantas del Departamento del Chocó (Colombia). Biblioteca J. Jeronimo Triana. Instituto de Ciencias Naturales - MHN – Universidad Nacional de Colombia. P. 142

FOSTER, L. 1978. A palynological study of some simples of Tertiary age of the Rio Apaporis area in the Amazon Basin. Hugo de Vries Laboratory. University of Amsterdam. p. 5

GALEANO, G., SUARES, S., BALSLEV, H. 1998. Vascular plant species count in a wet forest in the Chocó area on the Pacific coast of Colombia. *Biodiversity and Conservation*. v. 7. p. 1563-1575.

GENTRY, A. 1982. Phytogeographic patterns in northwest South America and southern Central America as evidence for a Choco refugium. *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University press, New York . p. 112 – 136,

. -----, 1986. Endemism in Tropical vs. Temperature plant communities. *Conservation Biology*. Sinauer Press, Sunderland, Mass. p 153 – 181.

-----, 1993. Woody plants of northwest South America. *Conservation Internacional*, Washington, DC. p. 885.

GERMERAAD, J.H., HOPPING., MULLER, J., 1968. Palynology of tertiary sediments from Tropical areas. *Review of Palaeobotany and Palynology*. v 6, p. 189-348.

GONZÁLEZ, C., URREGO, L.E., MARTÍNEZ, J.I. 2006. Late Quaternary vegetation and Climate change in the Panama Basin: Palynological evidence from marine cores ODP 677B and TR 163-38. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. v. 234, p. 62-80.

HAFFER, J. 1967. On the Geology of the Uraba and northern Choco. Report 357 (mecanografiado). p. 1-105. Ecopetrol. Bogotá.

-----., 1969. Speciation in Amazonian forest birds. *Science*. v. 165, p. 131-137.

HOFMANN, C.C. 2002. Pollen distribution in sub-Recent sedimentary environments of the Orinoco Delta (Venezuela) – an actuo-palaeobotanical study. *Review of Palaeobotany and Palynology*. v. 119, p. 191-217.

HOLDRIDGE, L.R., 1967. Life zone ecology. *Tropical Science Centre*, San José. p. 206

HOOGHIEMSTRA, H. 1984. Vegetation and Climatic History of the High plain of Bogotá, Colombia: A continuous Record of the last 3.5 Millon Years. *Dissertationes Botanicae*, PhD Thesis, University of Ámsterdam. p.367.

----- & VAN DER HAMMER, T. 1998. Neogene and Quaternary development of the neotropical rain frorest: the forest refugia hypothesis, and a literature overview. *Earth - Science Reviews*. v. 44, p. 147-183.

HOORN, C. 1993. Marine incursions and the influence of Andean tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonía: results of a palynostratigraphic study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. v. 105, p. 267-309.

-----, 1994. Miocene Palynostratigraphy and Paleoenvironments of Northwestern Amazonía. Ph. D. Thesis of the Amsterdam University.

-----, 1994 a. Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas Basin (Early Miocene to early Middle Miocene, Colombia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. v. 109, p. 1-55.

-----., 1994 b. An environmental reconstruction of the paleo-Amazon River system (Middle-Late Miocene, NW Amazonía). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. v. 112, p. 187-238.

-----., 1996. Miocene deposits in the Amazonian Foreland Basin, *Science*. v. 273, p. 122-123.

-----., 2006 a. The Birth of the Mighty Amazon. *Scientific American, INC*. p. 52-59.

-----., 2006 b. Mangrove Forests and Marine Incursions in Neogene Amazonian (Coger Apaporis River, Colombia). *Palaios*. v. 21, p. 197-209.

JANSONIUS, J. & HILLS, L.V. 1976. Genera file of Fossil Spores. Special Publication, Departamento f Geology, University of Calgary. Calgary, Canada. Cards 1-3287.

JARAMILLO, C.A., RUEDA, M.J. 2006. A morphological electronic database of Cretaceous-Tertiary fossil pollen and spores from northern South America. File maker.

KALLIOLA, R., PUHANKKA, M., SALO, J., TUOMISTO, H., & RUOKOLAINEN, K., 1992. The dynamics, distribution and classification of swamp vegetation in Peruvian Amazonian. *Ann. Bot. Fennici*. v. 28, p. 225-329.

LORENTE, M.A. 1986. Palynology and palynofasies of the Upper Tertiary in Venezuela. *Dissertationes Botanicae*. v. 99, 222 pp.

MYERS, N., 1988. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. *The Environmentalist*, v. 8 (3), p. 187-208.

MOORE, P.D., WEBB, J.A., COLLINSON, M.E. 1991. Pollen Análisis. Second Edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford.

MULLER, J. 1959. Palinology of Recent Orinoco delta and shelf sediments: Report of the Orinoco Shelf Expedition. *Micropaleontology*. v. 5 (1), p 1-32.

-----., DI GIACOMO, E., VAN ERVE, A. 1987. A palynologic zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of Northern South America. *AASP*. v. 19, p. 7-76.

NYGREN, W. 1950. Bolívar geosyncline of northwestern South America. *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull*, v. 34, p. 1998-2006.

ODGAARD, B.V. 1999. Fossil pollen as a record of past biodiversity. *Journal of Biogeography*. v. 26 (1), p. 7-17.

OSBORNE, P.L., 2000. Tropical Ecosystems and Ecological Concepts. Cambridge University Press. 464 pp.

POVEDA, C., ROJAS-P, C.A., RUDAS-LI, A., RANGEL-CH, O. 2004. El Chocó Biogeográfico: Ambiente Físico. En Colombia Diversidad Biológica IV, El Chocó Biogeográfico / Costa Pacífica. Editor, Orlando Rangel. Universidad Nacional de Colombia. p 1-22.

PUNT, W., BLACKMORE, S., NILSSON, S., THOMAS, A. LE. 1994. Glossary of Pollen and Spore Terminology. LPP Contributions Series No.1. LPP Foundation, Utrecht.

RANGEL, J.O. & LOWY P.D. 1993. Tipos de vegetación y rasgos fitogeográficos. En P. Leyva (ed.) Colombia Pacífico. Tomo 1. Fondo Fen Colombia, Bogotá. p. 183-198.

-----, 2004. Ecosistemas del Chocó Biogeográfico: Síntesis Final. Colombia Diversidad Biótica IV. El Chocó Biogeográfico / Costa Pacífica. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos. p. 937-976.

----- & ARELLANO-P, H. 2004. Clima del Chocó Biogeográfico de Colombia. En Colombia Diversidad Biológica IV, El Chocó Biogeográfico / Costa Pacífica. Editor, Orlando Rangel. Universidad Nacional de Colombia. p 39-82.

RICKFLES, R.E. 1977. Environmental heterogeneity and plant species diversity. An hipótesis. *American Naturalist*. v. 111, p. 376-396.

RODRÍGUEZ-B. M., CASAS, C.F., MORATO, R., ANDRADE, E., SÁNCHEZ, J.M., NAVARRETE, M.L., HURTADO, M.L., RINCÓN, J., HISSONG, A. 1993. Conservación de la Biodiversidad del Chocó Biogeográfico: Proyecto Biopacífico, plan operativo. INDERENA; Departamento Nacional de Planeación, Programa Naciones Unidas para el desarrollo, Gobierno de Suiza.

ROUBIK, D.W. & MORENO, J.E. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. *Missouri Botanical Garden*. v 36, p. 268

TRAVERSE, A. 1988. Paleopalynology. Boston.

URREGO, L.E. 1991. Sucesión Holocénica de un Bosque de *Mauritia flexuosa*. L.f. en el Valle del Río Caquetá (Amazonía Colombiana). *Col. Amaz.*, v. 5 (2), p. 99-118.

-----., L.E., MOLINA, L.A., URREGO, D.H., RAMIREZ, L.F. 2006. Holocene space-time succession of the Middle Atrato wetlands, Chocó biogeographic región, Colombia. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, v. 234, p.45-61.

VELEZ, M.I., WILLE, M., HOOGHIEMSTRA H., METCALFE, S., VANDERBERHE, J., VAN DER BORG, K. 2001. Late Holocene environmental history of Southern Chocó región, Pacific Colombia; sediment, diatom and pollen analysis of core El Caimito. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, v. 173, p. 197-214.

VAN DER HAMMEN, T. 1956. A palinological systematic nomenclatura. *Bol. Geol. Bogotá*. v. 4 (2-3), p 63-101.

-----., A palinological study on the Quaternary of British Guiana. *Leidse Geol. Med.* v. 29, p. 125-180.

----- & HOOGHIEMSTRA, H. 2000. Neogene Quaternary History of Vegetation, climate and plant diversity in Amazonía. *Quaternary Science Reviews*, v. 19, p. 725-742.

WEST, R. 1957. The Pacific lowlands of Colombia: A Negroid Area of the American Tropics. Louisiana State University Press.

WIJMSTRA, T.A. 1971. The Palynology of the Guiana Costal Basin. Thesis pHD, University of Ámsterdam. p.163

WWF-Cecoin-Ecotrópico. Agosto 24 del 2006. <http://www.wwf.org.co>.

ANEXO. 1. Afinidades taxonómicas de los morfotipos reportados para el pozo Opogadó-1. Donde se indica el nombre fósil y su afinidad taxonómica. Las siglas GE corresponden a las categorías ecológicas utilizadas para la interpretación palinológica de las muestras del pozo Opogadó-1, CE corresponde al tipo de planta y el hábito de crecimiento según la afinidad y la sigla TG al tipo de palinomorfo. Dentro de la columna GE, las siglas BTTF, BTI, BDM, corresponden a Bosque tropical de tierra firme, Bosque tropical inundable y Bosque de manglar respectivamente. Dentro de la categoría CE, las siglas AAE, PBL, P, H, corresponde a Árboles, arbustos y epifitas, Pteridofitos, briofitos y licofitos, Palmas y Hierbas. La sigla D corresponde a los palinomorfos cuya afinidad taxonómica se desconoce, por lo cual no fueron agrupados ecológicamente. En la columna TG, las siglas P significan grano de polen y la E esporas. Los nombres acompañados de comillas corresponden a palinomorfos no formales generados en el laboratorio de bioestratigrafía del Instituto Colombiano del Petróleo ICP y en el Instituto de investigaciones tropicales Smithsonian STRI.

MORFOTIPO	AFINIDAD TAXONOMICA	GE	CE	TG
<i>"Diporocolpites annulatus"</i>	-	BTTF	AAE	P
<i>Cingulatisporis</i> sp. 1 (Lorente)	-	BTI	PBL	E
<i>Clavainaperturites clavatus</i>	Chloranthaceae	BTTF	AAE	E
<i>Clavainaperturites microclavatus</i>	<i>Hedyosmun</i> sp. (Chloranthaceae)	BTTF	AAE	P
<i>Clavatricolpites</i> sp.	-	BTTF	AAE	P
<i>Clavatricolporites</i> sp.	-	BTTF	AAE	P
<i>Corsinipollenites oculusnoctis</i>	<i>Ludwigia</i> sp. - <i>Jussiaea</i> sp.? (Onagraceae)	BTI	AAE	P
<i>Cyatheacidites annulatus</i>	<i>Lophosoria quadripinnata</i> , (Cyatheaceae)	BTI	PBL	E
<i>Cystopteris</i> type	Cyperaceae	BTI	H	E
<i>Deltoidospora adriennis</i>	<i>Acrostichum aureum</i> , (Polypodiaceae)	BDM	PBL	E
<i>Echimonocolpites</i> sp.1	Probablemente Arecaceae	BTI	P	P
<i>Echimonocolpites</i> sp.2	Probablemente Arecaceae	BTI	P	P
<i>Echimonoletes</i> sp.1	-	BTI	PBL	E
<i>Echiperiporites</i> sp. aff. <i>E. estelae</i>	<i>Thelespia populnea</i> - <i>Hibiscus tiliacoides</i> (Malvaceae) o <i>Ipomea</i> (Convolvulaceae)	BTTF	AAE	P
<i>Echitricolporites spinosus</i>	Asteraceae	BTTF	H	P

<i>Echitriletes</i> sp.cf. <i>E. muelleri</i>	Selaginellaceae?	BTI	PBL	E
<i>Echitriletes</i> sp.1	-	BTI	PBL	E
<i>Echitriletes</i> sp.2	-	BTI	PBL	E
<i>Ericaceae</i> type	Ericaceae	BTTF	AAE	P
<i>Fossumonocolpites</i> sp.	Probablemente Arecaceae	BTI	P	P
<i>Foveotricolpites</i> sp.	-	BTTF	AAE	P
<i>Foveotriletes</i> sp. cf. <i>F. ornatus</i>	Probablemente <i>Lycopodium</i> sp. (Lycopodiaceae)	BTI	PBL	E
<i>Gemmamonocolpites</i> sp.1	Probablemente Arecaceae	BTI	P	P
<i>Gemmamonocolpites</i> sp.2	Probablemente Arecaceae	BTI	P	P
<i>Gemmatriletes</i> sp.	-	BTI	PBL	E
<i>Heterocolpites incomptus</i>	<i>Miconia</i> sp. (Melastomataceae)	BTI	AAE	P
<i>Heterocolpites verrucosus</i>	Orden Myrtales, Flia. Melastomataceae	BTI	AAE	P
<i>Ilexpollenites</i> sp.	<i>Ilex</i> sp. (Aquifoliaceae)	BTTF	AAE	P
<i>Kuylisporites waterbolkkii</i>	<i>Hemitelia</i> sp. - <i>Cyathea horrida</i> , (Cyatheaceae)	BTI	PBL	E
<i>laevigatosporites catanejensis</i>	<i>Blechnum</i> sp. (Blechnaceae)	BTI	PBL	E
<i>Laevigatosporites tibuensis</i>	Blechnaceae	BTI	PBL	E
<i>Lanagiopollis crassa</i>	<i>Pelliciera rhizophorae</i> , (Theaceae)	BDM	AAE	P
<i>Lanagiopollis</i> type	<i>Pelliciera</i> sp. (Theaceae)	BDM	AAE	P
<i>Longapertites</i> sp.	Probablemente Arecaceae	BTI	P	P
<i>Matonisorites mulleri</i>	Matoniaceae - Dicksoniaceae - Cyatheaceae	BTI	PBL	E
<i>Mauritiidites franciscoi</i> var. <i>franciscoi</i>	<i>Mauritia</i> sp. (Arecaceae)	BTI	P	P
<i>Mauritiidites franciscoi</i> var. <i>minutus</i>	Arecaceae	BTI	P	P
<i>Monoporopollenites annulatus</i>	Poaceae	BTTF	H	P
<i>Nijssenosporites fossulatus</i>	<i>Pityrogramma</i> sp. (Adiantaceae)	BTI	PBL	E
<i>Pachydermites diderixi</i>	<i>Symphonia globulifera</i> , (Clusiaceae)	BTTF	AAE	P
<i>Perfotricolpites digitatus</i>	<i>Merremia microcalyx</i> , (Convolvulaceae)	BTTF	H	P
<i>Perisyncolporites pokorny</i>	Malpighiaceae	BTTF	AAE	P
<i>Phaeoceros</i> type	Anthocerotaceae	BTI	PBL	E
<i>Podocarpidites</i> sp.	<i>Podocarpus</i> sp. (Podocarpaceae)	BTTF	AAE	P

<i>Polypodiaceoisporites "distafossulatus"</i>	Probablemente Pteridaceae	BTI	PBL	E
<i>Polypodiaceoisporites "pseudopteris"</i>	Probablemente <i>Pteris</i> , (Pteridaceae)	BTI	PBL	E
<i>Polypodiaceoisporites "verrucatus"</i>	Probablemente Pteridaceae	BTI	PBL	E
<i>Polypodiaceoisporites "verrulobatiformis"</i>	Probablemente Pteridaceae	BTI	PBL	E
<i>Polypodiaceoisporites cf. potonie</i>	<i>Pteris</i> (Pteridaceae)	BTI	PBL	E
<i>Polypodiaceoisporites pseudopsilatus</i>	Pteridaceae	BTI	PBL	E
<i>Polypodiisporites</i> sp. aff. <i>P.inangahuensis</i>	Polypodiaceae	BTI	PBL	E
<i>Polypodiisporites</i> sp.1	Polypodiaceae	BTI	PBL	E
<i>Polypodiisporites</i> sp.2	Polypodiaceae	BTI	PBL	E
<i>Polypodiisporites</i> sp.3	Polypodiaceae	BTI	PBL	E
<i>Polypodiisporites</i> sp.4	Polypodiaceae	BTI	PBL	E
<i>Proteacidites "helenicus"</i>	Proteaceae	BTF	AAE	P
<i>Proteacidites</i> sp. 2	<i>Guavina avellana</i> , (Proteaceae)	BTF	AAE	P
<i>Proteacidites</i> sp.1	Proteaceae	BTF	AAE	P
<i>Proteacidites triangulatus</i>	Proteaceae - Sapindaceae	BTF	AAE	P
<i>Psilamonocolpites</i> sp. aff. <i>P. rinconii</i>	Arecaceae	BTI	P	P
<i>Psilamonocolpites medius</i>	Arecaceae	BTI	P	P
<i>Psilamonocolpites nanus</i>	Arecaceae	BTI	P	P
<i>Psilamonocolpites</i> sp.	Arecaceae	BTI	P	P
<i>Psilamonoletes</i> sp.1	-	BTI	PBL	E
<i>Psilamonoletes</i> sp.2	-	BTI	PBL	E
<i>Psilaperiporites minimus</i>	Amaranthaceae - Chenopodiaceae	BTF	H	P
<i>Psilaperiporites multiporatus</i>	-	D	D	P
<i>Psilastephanocolporites fissilis</i>	Polygalaceae	BTF	AAE	P
<i>Psilastephanocolporites</i> sp.	Polygalaceae	BTF	AAE	P
<i>Psilatricolporites garzonii</i>	-	D	D	P
<i>Psilatricolporites</i> sp.	-	D	D	P
<i>Psilatricolporites venezuelanus</i>	-	D	D	P
<i>Psilatriteles</i> > 50um	Pteridaceae	BTI	PBL	E

<i>Psilatriteles peruanus</i>	<i>Jamesonia - Pteris</i> (Pteridaceae)	BTI	PBL	E
<i>Psilatriteles</i> sp. (25-50 um)	Pteridaceae	BTI	PBL	E
<i>Psilatriteles</i> sp.1	Pteridaceae	BTI	PBL	E
<i>Psilatriporites sarmientoi</i>	-	D	D	P
<i>Ranunculacidites operculatus</i>	<i>Alchornea</i> sp. (Euphorbiaceae)	BTF	AAE	P
<i>Retimonocolpites</i> sp. (Bromeliaceae)	Bromeliaceae	BTF	AAE	P
<i>Retimonocolpites absyae</i>	<i>Virola</i> sp. (Myristicaceae)	BTI	AAE	P
<i>Retimonocolpites</i> sp. aff. <i>R. retifossulatus</i>	Probablemente Arecaceae	BTI	P	P
<i>Retimonocolpites longicolpatus</i>	Probablemente Arecaceae	BTI	P	P
<i>Retimonocolpites maximus</i>	Arecaceae	BTI	P	P
<i>Retimonocolpites</i> sp.1	Arecaceae-Myristicaceae	BTI	P	P
<i>Retimonocolpites</i> sp.2	Arecaceae-Myristicaceae	BTI	P	P
<i>Retistephanocolporites</i> sp.1	-	BTF	AAE	P
<i>Retistephanocolporites</i> sp.2	-	BTF	AAE	P
<i>Retistephanocolporites</i> sp.3	-	BTF	AAE	P
<i>Retistephanoporites crassianulatus</i>	<i>Quararibea guianensis</i> , (Bombacaceae)	BTF	AAE	P
<i>Retitrescolpites? irregularis</i>	<i>Amanoa oblongifolia</i> , (Euphorbiaceae)	BTF	AAE	P
<i>Retitricolpites simplex</i>	Probablemente Anacardiaceae	BTF	AAE	P
<i>Retitricolporites</i> sp.	<i>Avicennia</i> type	BDM	AAE	P
<i>Retitriteles</i> sp.aff. <i>R. sommeri</i>	Lycopodiaceae	BTI	PBL	E
<i>Retitriteles</i> sp.2	Probablemente Lycopodiaceae	BTI	PBL	E
<i>Retitriteles</i> sp.1	Probablemente Lycopodiaceae	BTI	PBL	E
<i>Rugostephanocolporites</i> sp.	-	BTF	AAE	P
<i>Scabratricolporites</i> sp.	-	BTF	AAE	P
<i>Scabratriporites</i> sp.	-	BTF	AAE	P
<i>Striatricolpites</i> sp.aff. <i>S. catatumbus</i>	Prob. <i>Crudia-Macrolobium</i> , (Caesalpinaceae)	BTI	AAE	P
<i>Striatricolpites</i> sp.	-	BTF	AAE	P
<i>Striatricolporites</i> sp.	-	BTF	AAE	P
<i>Syncolporites poricostatus</i>	Myrtaceae - Sapindaceae	BTF	AAE	P

Análisis palinológico y diversidad florística del Plioceno temprano en la Cuenca del Atrato, Chocó, Colombia

<i>Syncolporites</i> sp.	Myrtaceae - Sapindaceae	BTTF	AAE	P
<i>Tetracolporopollenites</i> sp. aff. <i>T. maculosus</i>	<i>Chrysophyllum argenteum</i> , (Sapotaceae)	BTTF	AAE	P
<i>Tetracolporopollenites transversalis</i>	Sapotaceae	BTTF	AAE	P
<i>Tetrapteris</i> type	Malphigiaceae	BTTF	AAE	P
<i>Thelypteris</i> type	Thelypteridaceae	BTI	AAE	E
<i>Verrucatosporites usmensis</i>	<i>Stenochlaena palutris</i> , (Polypodiaceae)	BTI	PBL	E
<i>Verrucatotriletes</i> < 25um.	Cyatheaceae	BTI	PBL	E
<i>Verrucatotriletes</i> sp. aff. <i>V. etayoi</i>	Cyatheaceae	BTI	PBL	E
<i>Verrucatotriletes bullatus</i>	<i>Alsophyla</i> sp. (Cyatheaceae)	BTI	PBL	E
<i>Verrucatotriletes</i> sp. 1	Cyatheaceae	BTI	PBL	E
<i>Verrucatotriletes</i> sp. (25-50 um)	Cyatheaceae	BTI	PBL	E
<i>Zonocostites ramonae</i>	<i>Rhizophora</i> sp. (Rhizophoraceae)	BDM	AAE	P
<i>Zonocostites</i> sp.	Rhizophoraceae	BDM	AAE	P

ANEXO 2. PALINOLOGÍA – PARTE SISTEMÁTICA

Los palinomorfos (esporas y polen) reportados en las cinco muestras del pozo Opogadó-1, fueron agrupados en 3 categorías botánicas (1) Esporas de pteridofitos, briofitos y licofitos, (2) Polen de gimnospermas y (3) Polen de Angiospermas, teniendo en cuenta las características morfológicas del palinomorfo y su respectiva afinidad (ver Anexo 2). Los nombres genéricos están de acuerdo a Jansonius & Hillis (1976), Roubick & Moreno (1991) y Hooghiemstra (1984). En todos los casos, los palinomorfos formalmente descritos están acompañados de su respectiva referencia y los que solamente pudieron ser clasificados hasta género son descritos a continuación. Los taxa cuyo nombre de especie va acompañado de comillas, corresponden a taxa informales que han sido generados en el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) de ECOPETROL S.A. y en el Instituto de Investigaciones Tropicales Smithsonian STRI y están esperando ser formalizados.

Los taxa que no pudieron ser asignados dentro de una categoría genérica o específica ya formalizada, fueron nombrados aplicando el concepto de nomenclatura palinológica desarrollado por Van der Hammen (1956). Aunque de acuerdo a Jansonius & Hillis (1976) esta clasificación puede crear nombres ilegítimos, el objetivo de este trabajo fue identificar los diferentes morfotipos de esporas y polen presentes en las sedimentitas del pozo Opogadó-1 y no nombrar nuevas formas, por lo cual una clasificación básica, teniendo en cuenta las características morfológicas de los palinomorfos se considera suficiente. Algunos morfotipos como *Phaeoceros* type, *Cystopteris* type, *Thelypteris* type y *Tetrapterys* type están más relacionados a géneros recientes que a géneros fósiles, por lo cual fueron nombrados de acuerdo al nombre del género reciente con el que comparte características morfológicas.

Los géneros y especies que se enumeran y describen a continuación están organizados alfabéticamente dentro de cada una de las categorías. La terminología usada para describir los morfotipos, está de acuerdo con Moore *et al.* (1991), Punt, *et al.* (1994) y Traverse (1988). Los granos más relevantes en este trabajo fueron fotografiados y se encuentran organizados en cuatro láminas al final de este anexo.

Esporas de Pterodofitos, Briofitos y Licofitos

Géneros: *Cingulatisporis*, *Cyatheacidites*, *Cystopteris*, *Deltoidospora*,
Echimonoletes, *Echitriletes*, *Foveotriletes*, *Gemmatriletes*, *Kuylisporites*,
Laevigatosporites, *Matonisporites*, *Nijssenosporites*, *Phaeoceros*,

Polypodiaceoisporites, *Polypodiisporites*, *Psilamonoletes*, *Psilatriletes*, *Retitriletes*, *Thelypteris*, *Verrucatosporites*, *Verrucatotriletes*.

Polen de Gimnospermas

Género: *Podocarpidites*.

Polen de Angiospermas

Clavainaperturites, *Clavatricolpites*, *Clavatricolporites*, *Corsinipollenites*, *Echimonocolpites*, *Echiperiporites*, *Echitricolporites*, *Ericipites*, *Fossumonocolpites*, *Foveotricolpites*, *Gemmamonocolpites*, *Heterocolpites*, *Ilexpollenites*, *Lanagiopollis*, *Longapertites*, *Mauritiidites*, *Monoporopollenites*, *Pachydermites*, *Perfotricolpites*, *Perisyncolporites*, *Proteacidites*, *Psilamonocolpites*, *Psilaperiporites*, *Psilatricolporites*, *Psilatriporites*, *Psilastephanocolporites*, *Ranunculacidites*, *Retimonocolpites*, *Retitrescolpites*, *Retitricolpites*, *Retitricolporites*, *Retistephanocolporites*, *Retistephanoporites*, *Rugostephanocolporites*, *Scabratricolporites*, *Scabratrporites*, *Striatricolpites*, *Striatricolporites*, *Syncolporites*, *Tetracolporopollenites*, *Tetrapteris*, *Zonocostites*.

DESCRIPCIONES

Esporas de Pteridofitos, Briofitos y Licofitos

Género *Cingulatisporis* (Thomson, en Thomson et Pflug, 1953)
Cingulatisporis sp. (Lorente, 1986. Descripción no formal)

Género *Cyatheacidites* (Cookson, 1947 ex Potonié, 1956)
Cyatheacidites annulatus (Cookson, 1947)

Género *Cystopteris* (Hooghiemstra, 1984. Género reciente)
Cystopteris type. (Hooghiemstra, 1984). Lámina 2, figura 20.

Género *Deltoidospora* (Miner, 1935)
Deltoidospora adriennis (Potonié et Gellertich, 1933) Frederikse, 1983

Género *Echimonolete* (Informal ICP-STRI)

Echimonolete sp.

Espora simple, simetría bilateral, plano-convexa, reniforme. Forma elíptica en vista lateral y circular en vista polar. Monolete. Laesura marcada, tamaño de la laesura variable. Escultura equinada, espinas largas de 3µm a 5µm de alto por 1µm a 1.5µm de ancho, distribuidas uniformemente por toda la espora. Grupo artificial de tamaño pequeño y altamente variable en ornamentación.

Género *Echitriletes* (Potonié, 1956)

Echitriletes sp. cf. *E. muelleri* (Regali, Uesugui et Santos, 1974) Lámina 1, figura 1.

Echitriletes sp.1

Espora simple, simetría radial, ámbito angular – triangular – obtuso - convexo. Trilete, Laesura conspicua, con brazos que alcanzan hasta 2/3 del radio de la espora, comisura muy marcada de 3µm de ancho. Escultura equinada, espinas de 1µm a 4µm de largo, distribuidas sobre toda la espora, área entre las espinas psilada a escabrada. Tamaño mediano. Grupo artificial de 22µm a 32µm, altamente variable en forma y tamaño.

Echitriletes sp.2

Espora simple, simetría radial, ámbito angular – subtriangular – obtuso - convexo. Trilete. Laesura inconspicua o muy fina. Esclerina, una capa de 1.5µm a 2µm. Escultura equinada, espinas altamente variables en forma y tamaño, generalmente de 4µm a 5.5µm, distribuidas densamente sobre toda la espora. Grupo artificial de 25µm a 50µm, altamente variable.

Género *Foveotriletes* (Potonié, 1956)

Foveotriletes sp. cf. *F. ornatos* (Regali, Uesugui et Santos, 1974). Lámina 1. figura 3-4.

Género *Gemmatriletes* (Pierce, 1961)

Gemmatriletes sp.

Espora simple, simetría radial, ámbito angular – subtriangular – obtuso - convexo. Trilete. Laesura inconspicua a fuertemente conspicua, comisura ondulante con labrum de 1.8µm. Esclerina, una capa de > 1.5µm, constante. Escultura gemada; hay variación en el tamaño y forma de las gemas, que se distribuyen por todo el cuerpo de la espora, la superficie intergemas es escabrada. Grupo artificial de 25µm a 50µm, altamente variable en forma y tamaño.

Género *Kuylisporites* (Potonié, 1956)

Kuylisporites waterbolkii (Potonié, 1956). Lámina 1, figura 2.

Género *Laevigatosporites* (Ibrahim, 1993)

Laevigatosporites sp.1 (Jaramillo & Dilcher, 2001)

Laevigatosporites tibuensis (Van der Hammen 1956) Jaramillo & Dilcher 2001

Género *Matonisporites* (Couper, 1958)

Matonisporites mulleri (Playford, 1982)

Género *Nijssenosporites* (Lorente, 1986)

Nijssenosporites fossulatus (Lorente, 1986). Lámina 1, figuras 5-8

Género *Phaeoceros* (Hooghiemstra, 1984. Género reciente)

Phaeoceros type. (Hooghiemstra, 1984)

Género *Polypodiaceoisporites* (Potonié 1951 ex Potonié 1956)

Polypodiaceoisporites "distafossulatus" (Informal ICP-STRI). Lámina 1, figuras 12-13.

Polypodiaceoisporites "pseudopteris" (Informal ICP-STRI)

Polypodiaceoisporites "verrucatus" (Informal ICP-STRI)

Polypodiaceoisporites "verrulabatiformis" (Informal ICP-STRI)

Polypodiaceoisporites sp. cf. *P. potonie* (Kedves 1961)

Polypodiaceoisporites pseudopsilatus (Lorente, 1986)

Género *Polypodiisporites* (en potonié & Gelletich 1933 ex Potonié 1956, enmend. Khan & Martin, 1972)

Polypodiisporites sp. aff. *P. Inangahuensis* (Couper 1953) Potonie 1956; Pocknall & Mildenhall 1984. Lámina 2, figuras 21-22

Polypodiisporites sp.1. Lámina 2, figura 23

Espora simple, bilateralmente simétrica, plano-convexa. Monolete. Esclerina con una capa gruesa de 1µm. Laesura ausente a fuertemente conspicua, no siempre es clara en vista lateral, de 20µm de largo en promedio. Escultura verrugada, verrugas de 3µm a 4µm de ancho por 5µm de largo, separadas una de la otra por 1µm a 5µm. Sobre el contorno de la espora las verrugas son elongadas con vértices agudos y se distribuyen uniformemente sobre la espora. Grupo artificial con una gran variación intraspecifica. Diámetro lateral de 49 a 57 µm.

Polypodiisporites sp.2. Lámina 2, figuras 24-25

Espora simple, bilateralmente simétrica, ámbito elíptico, reniforme. Monolete. Esclerina, una capa gruesa de 2µm a 3.5µm. Leasura corta en vista lateral; comisura con margo de 0.5µm a 1µm de ancho, curvatura ausente. Escultura

verrugada, verrugas pequeñas y densamente distribuidas por toda la espora, redondeadas a poligonales, con vértices redondeados formando una retícula negativa. Diámetro lateral de 50 a 58 μm .

Polypodiisporites sp.3. Lámina 2, figura 26.

Espora simple, bilateralmente simétrica, ámbito elíptico en vista lateral y circular en vista polar. Monolete. Esclerina, capa gruesa de 3 μm a 4 μm . Laesura de tamaño medio variable, fuertemente conspicua a inconspicua; comisura con margo de 1 μm a 1.5 μm de ancho. Escultura verrugada, verrugas de 3 μm a 5 μm de largo, planas y de vértices agudos, distribuidas por toda la espora, redondeadas a poligonales, con vértices redondeados formando una retícula negativa. Diámetro lateral de 50 a 58 μm .

Polypodiisporites sp.4. Lámina 2, figuras 27-28.

Espora simple, bilateralmente simétrica, plano convexa. Monolete, reiniforme. Esclerina, una capa de 2 μm de grueso. Laesura corta; curvatura ausente. Cara distal y proximal verrugada, verrugas de 2 μm a 6 μm de ancho, redondeadas, distribuidas por toda la espora e irregulares en forma y tamaño. Diámetro lateral de 40 a 45 μm .

Género *Psilamonoletes* (Van der Hammen, 1956)

Psilamonoletes sp.1. Lámina 2, figura 29.

Espora simple, bilateralmente simétrica, plano convexa, ámbito elíptico. Monolete psilado reiniforme. Esclerina, una capa de 1 μm de grueso. Laesura corta, 25 μm en promedio. Diámetro lateral de 48 a 54 μm .

Psilamonoletes sp.2

Espora simple, bilateralmente simétrica, plano convexa. Monolete psilado. Esclerina con una capa de < 1 μm de grueso. Laesura conspicua y larga. Diámetro lateral de 23 a 29 μm .

Género *Psilatriletes* (Van der Hammen 1954 ex Potonié, 1956)

Psilatriletes sp. > 50 μm

Espora simple, heteropolar, radialmente simétrica, ámbito angular – triangular – obtuso - convexo. Trilete. Esclerina laevigada, una capa continua de > 2.5 μm . Laesura marcada. Grupo artificial altamente variable, mayor de 50 μm .

Psilatriletes peruanus (Hoorn, 1994)

Psilatriletes sp. (25 μm -50 μm)

Espora simple, heteropolar, radialmente simétrica, ámbito angular-triangular-obtuso-fuerte. Trilete psilado. Esclerina laevigada a escabrada, una capa continua

de 2µm - 3µm. Laesura marcada. Grupo artificial altamente variable, entre 25µm y 50µm.

Psilatriteles sp.1

Espora simple, radialmente simétrica, ámbito angular – triangular - obtuso - cóncavo. Trilete. Esclerina laevigada, una capa continua > de 3µm. Laesura fuerte y estrecha, abarca 2/3 del radio de la espora. Curvatura ausente. Grupo artificial de 30 a 40µm.

Género *Retitriteles* (Pierce, 1961)

Retitriteles sp. aff. *R. sommeri* (Regali, Uesugui et Santos, 1974). Lámina 1, figura 9.

Retitriteles sp. 1

Espora simple, radialmente simétrica, heteropolar, ámbito angular – triangular - obtuso - convexo. Trilete. Esclerina, una capa de 1.5µm de grueso. Escultura reticulada a foveolada, lumen circular de 0.8µm a 1.2µm, separadas una de otra por 0.5µm, forma y tamaño del retículo uniforme y distribuido por todo el grano. Cara proximal y distal reticulada. Grupo artificial de tamaño medio (30µm - 40µm).

Retitriteles sp. 2. Lámina 1, figuras 10-11

Espora simple, heteropolar, radialmente simétrica, ámbito angular – triangular - obtuso - convexo. Esclerina oscura, con una capa de 3µm a 4.5µm de grueso. Escultura micro reticulada, retículo constante, distribuido uniformemente por toda la espora, lumen circular, de 0.4µm a 0.7µm de radio, separadas una de otra por 0.5µm a 0.7µm, algunas veces con perforaciones. Grupo artificial muy variable entre 25µm a 50µm.

Género *Thelypteris* (Hooghiemstra, 1984. Género reciente)

Thelypteris type (Hooghiemstra, 1984). Lámina 2. figura 30

Género *Verrucatosporites* (Pflug & Thomson en Thomson & Pflug, 1953)

Verrucatosporites usmensis (Van der Hammen, 1956) Germeraad et al. 1968. Lámina 2, figura 31.

Género *Verrucatotriteles* (Van Hoeken-Klinkenberg, 1964)

Verrucatotriteles < 25µm.

Espora simple, heteropolar, bilateralmente simétrica, ámbito angular – triangular - agudo - fuerte. Laesura larga y muy marcada. Esclerina verrugada, verrugas planas, distribuidas uniformemente por toda la espora. Grupo artificial de tamaño pequeño muy variable en ornamentación.

Verrucatotriletes sp. aff. *V. etayoi*. (Dueñas, 1990). Lámina 1, figuras 14-15.

Verrucatotriletes bullatus (Van Hoeken-Klinkenberg, 1964). Lámina 2, figuras 16-17.

Verrucatotriletes sp. 1. Lámina 2, figuras 18-19.

Espora simple, heteropolar, radialmente simétrica, ámbito angular-triangular-obtuso - convexo. Esclerina verrugada, verrugas circulares a elongadas de 1µm a 5µm de ancho y de 2µm a 5µm de largo, altamente variables en forma y tamaño, distribuidas densamente sobre todo el cuerpo de la espora, separadas una de la otra por 0.8µm a 1.6 µm. El tamaño de la verruga disminuye hacia la laesura. Laesura recta, comisura presente con margo de 0.5µm. larga y muy marcada. Grupo artificial de tamaño mediano, 50µm.

Verrucatotriletes sp. (25µm-50µm)

Espora simple, heteropolar, radialmente simétrica, ámbito angular – triangular - obtuso - convexo. Laesura fuertemente marcada, con brazos largos, más de 2/3 del radio de la espora. Esclerina verrugada, distribuidas por toda la espora. Grupo artificial de tamaño medio, muy variable en cuanto a ornamentación.

Polen de Gimnospermas

Género *Podocarpidites* (Cookson, 1947 ex Couper, 1953)

Podocarpidites sp. (Cookson, 1947 ex Couper, 1953). Lámina 4, figuras 58-59.

Polen de Angiospermas

Género *Clavainapertirites* (Van der Hammen & Wijmstra, 1964)

Clavainapertirites clavatus (Van der Hammen & Wijmstra, 1964). Lámina 3, figura 32-33.

Clavainapertirites microclavatus (Hoorn, 1994). Lámina 3, figura 34-35.

Género *Clavatricolpites* (Pierce, 1961)

Clavatricolpites sp.

Monade, radial, isopolar, ámbito circular, subprolado. Tricolpado, colpos largos, más de 2/3 de la longitud del grano. Semitectado, exina 1.2 µm. Escultura clavada, aunque se presenta algunas báculas, clavos densamente distribuidas, de 1 µm de alto. Diámetro polar de 30 a 38µm.

Género *Clavatricolporites* (Ramanujam, 1966)

Clavatricolporites sp.

Monade, radial, isopolar, ámbito circular, subprolado. Tricolporado, colpos simples. Tectado, exina 3µm. Escultura clavada, baculada a gemada, ornamentación densamente distribuida por todo el grano, > 2µm de alto. Diámetro polar de 38 a 42µm.

Género *Corsinipollenites* (Nakoman, 1965)

Corsinipollenites oculusnoctis (Thiergart, 1940; Nakoman, 1965). Lámina 3, figuras 36-37.

Género "*Diporocolpites annulatus*" (Informal)

"*Diporocolpites annulatus*" (Informal ICP). Lámina 3, figuras 38-39.

Monade, radial, isopolar, ámbito circular, subprolado. Diporado y dicolpado, poros anulados de 11µm de largo por 6µm de ancho; colpos largos semicostados. Tectado, exina 1µm. Escultura microrreticulada, homobrocado. Diámetro ecuatorial 28µm.

Género *Echimonocolpites* (Van der Hammen, 1954 & Garcia de Mutis, 1965)

Echimonocolpites sp. 1

Monade, bilateral, anisopolar, ámbito elíptico a circular, monocolpado, colpo simple. Tectado, exina 1.5 µm, presencia de columnelas muy pequeñas. Escultura equinada, espinas de 1.6µm – 2µm de largo, cónicas, sin deflexión en la exina, separadas una de otra por 2µm – 3µm, distribuidas uniformemente. Superficie entre las espinas psilada a escabrada, Lumen de 0.8µm -1µm. Diámetro ecuatorial de 32 a 46µm, largo del colpo 28µm. Ancho del colpo 1µm.

Echimonocolpites sp. 2.

Monade, bilateral, anisopolar, ámbito circular, monocolpado, colpo simple y largo. Tectado, exina 2µm de ancho, columnelas de 0.8µm a 1.2µm. Escultura equinada, espinas de 2µm a 2.µm de largo, muy finas, distribuidas por todo el cuerpo del grano, separadas una de otra por 0.5µm a 1.0µm. Superficie entre las espinas escabrada. Diámetro ecuatorial de 39 a 55, largo del colpo 35µm. Ancho del colpo 2µm.

Género *Echiperiporites* (Van der Hammen & Wijmstra, 1964)

Echiperipotites sp. aff. *E. estelae* (Germeraad, Hopping & Muller, 1968)

Género *Echitricolporites* (Van der Hammen ex Germeraad, Hopping & Muller 1968)

Echitricolporites spinosus (Van der Hammen, 1956 ex Germeraad, Hopping & Muller, 1968). Lámina 3, figura 40.

Género *Ericipites*. (Wodehouse, 1933)

Ericaceae type. (En Graham, 1995, no hay descripción formal)

Género *Fossumonocolpites* (Informal)

Fossumonocolpites sp.

Monade, bilateral, anisopolar, ámbito elíptico, monocolpado, colpo simple, 2/3 del tamaño del grano. Tectado, exina 3.1µm de ancho, columnelas de 2.0µm a 2.5µm. Escultura foveolada a rugulada,. Diámetro ecuatorial de 48 a 55 µm. Largo del colpo 43µm. Ancho del colpo 2µm.

Género *Foveotricolpites* (Pierce, 1961)

Foveotricolpites sp.

Monade, radial, isopolar, ámbito esferoidal, Tricolpado, colpos elongados. Tectado, exina 1.6µm. Escultura foveolada, algunas veces foveo - reticulada, foveolas pequeñas, de forma irregular, de 0.3µm – 0.6µm. Diámetro ecuatorial 22 a 27 µm.

Género *Gemmamonocolpites* (Van der Hammen, 1954; Garcia de Mutis, 1965)

Gemmamonocolpites sp.1

Monade, bilateral, heteropolar, ámbito elíptico, monocolpado, colpo simple y largo. Intectado, exina < 1µm, Escultura gemada, gemas redondeadas, densamente distribuidas sobre todo el cuerpo del grano. Diámetro ecuatorial de 37 a 45 µm. Largo del colpo 39µm. Ancho del colpo 1µm.

Gemmamonocolpites sp.2. Lámina 3, figuras 41-42.

Monade, bilateral, heteropolar, ámbito elíptico, monocolpado, colpo simple y delgado. Intectado, exina delgada < 1µm. Escultura gemada, gemas constrictas en la base a fuertemente redondeadas, variables en forma y tamaño y distribuidas sobre todo el cuerpo del grano. Superficie entre las gemas escabrada. Diámetro ecuatorial de 39 a 45 µm. Largo del colpo 35µm. Ancho del colpo 1µm.

Género: *Heterocolpites* (Van der Hammen, 1956)

Heterocolpites incomptus (Hoorn, 1993)

Heterocolpites verrucosus (Hoorn, 1993)

Género *Ilexpollenites* (Thiergart, 1937 ex Potonié, 1960)

Ilexpollenites sp. (Thiergart, 1937 ex Potonié, 1960). Lámina 3, figuras 43-44

Género *Lanagiopollis* (Morley, 1982)

Lanagiopollis crassa (Van der Hammen and Wymstra, 1964) Frederiksen, 1988

Lanagiopollis type. Lámina 4, figura 83.

Monade, radial, isopolar, ámbito circular, esférico. Tricolporado, colpos largos y simples, poro de 6µm, lalongado, endoabertura costada. Semitectado, exina > 3µm, columnelado, columnelas de 2µm a 3µm. Escultura psilada o escarbada, reticulada que generalmente se debe a degradación. Diámetro ecuatorial de 45 a 50µm. Diámetro polar de 46 a 53µm.

Genéro *Longapertites* (Van Hoeken-Klinkenberg, 1964)

Longapertites sp. Lámina 3, figuras 45-46.

Monade, bilateral, anisopolar, ámbito elíptico, prolado, monosulcado, colpo simple y largo, 2/3 del tamaño del grano. Semitectado, exina 1.8µm de ancho, columnelas de 0.9µm. Escultura reticulada, hetetrobrocada, Diámetro ecuatorial de 29 a 34µm.

Genéro *Mauritiidites* (Van Hoeken-Klinkenberg, 1964)

Mauritiidites franciscoi var. *franciscoi* (Van der Hammen, 1956) Van Hoeken Klinkenberg, 1964

Mauritiidites franciscoi var. *minutus* (Van der Hammen & Garcia , 1966)

Género *Monoporopollenites* (Meyer, 1956)

Monoporopollenites annulatus (Van der Hammen, 1954) Jaramillo & Dilcher, 2001. Lámina 3, figuras 50-51.

Género: *Pachydermites* (Germeraad, Hopping & Muller 1968)

Pachydermites diderxi (Germeraad, Hopping & Muller 1968)

Género *Perfotricolpites* (González Guzmán, 1967)

Perfotricolpites digitatus (González Guzmán, 1967)

Género *Perisyncolporites* (Germeraad, Hopping & Muller 1968)

Perisyncolporites pokorny (Germeraad, Hopping & Muller 1968). Lámina 3, figuras 52-53.

Genéro *Proteacidites* (Cookson ex Couper, 1983)

Proteacidites "helenicus" (Informal ICP-STRI)

Proteacidites triangulatus (Lorente, 1986)

Proteacidites sp.1. Lámina 4, figura 60.

Monade, radial, isopolar, ámbito angular, triangular – obtuso - convexo. Triporado, poro circular costado, costa < 1µm. Semitectado, exina 1.5µm a 2µm. Escultura reticulada, homobrocado, lumen < 0.8µm. Diámetro polar de 20 a 26 µm..

Proteacidites sp.2. Lámina 4, figura 61.

Monade, radial, isopolar, ámbito angular, triangular – obtuso - fuerte. Triporado, poro circular, simple. Tectado, exina 1-1.8µm, el tectum presenta una engrosamiento de cerca de una micra hacia las aperturas. Escultura micro reticulada a escabrada, homobrocado. Diámetro polar de 15 a 18µm.

Genéro *Psilamonocolpites* (Van der Hammen, 1954 & Garcia de Mutis, 1965)

Psilamonocolpites sp. aff. *P. rinconii* (Duenas, 1986)

Psilamonocolpites medius (Van der Hammen, 1956) Van der Hammen & Garcia, 1966

Psilamonocolpites nanus (Horn, 1993). Lámina 4, figura 55.

Psilamonocolpites sp. Lámina 4, figura 54.

Monade, bilateral, heteropolar, ámbito elíptico, monocolpado, prolado. Colpo simple y largo. Tectado, exina delgada > 0.5µm, presencia de columnelas muy cortas. Escultura psilada, rara vez escabrada. Diámetro ecuatorial de 27 a 38µm. Largo del colpo 25µm. Ancho del colpo 1µm.

Genéro *Psilaperiporites*.

Psilaperiporites minimus (Regali et al, 1974). Lámina 4, figuras 56-57.

Psilaperiporites multiporatus (Horn, 1994)

Genéro *Psilatricolporites* (Van der Hammen, 1956 ex Pierce, 1961)

Psilatricolporites garzonii (Horn, 1993)

Psilatricolporites sp.

Monade, radial, isopolar, prolado, Tricolporado, colpos costados y largos, costa 0.8µm, largo del colpo 10µm. Tectado, exina < 0.7µm. Escultura psilada. Diámetro polar de 11 a 16µm.

Psilatricolporites venezuelanus (Lorente, 1986)

Género *Psilatroporites* (Van der Hammen) Mathur, 1966
Psilatroporites sarmientoi (Hoorn, 1993)

Género *Psilastephanocolporites* (Leidelmeyer, 1966)
Psilastephanocolporites fissilis (Leidelmeyer, 1966)
Psilastephanocolporites sp.
Monade, radial, isopolar, ámbito circular, subprolado. Stephanocolporado, colpo largo costado, poro simple, lalongado, de 6 a 8 colporos. Exina semitectado, exina > 1.5µm. Columnelas indistintas. Escultura psilada. Diámetro ecuatorial de 26 a 31µm.

Género *Ranunculacidites* (Sah, 1967)
Ranunculacidites operculatus (Van der Hammen & Wymstra, 1964) Jaramillo & Dilcher 2001. Lámina 4, figura 62.

Género *Retimonocolpites* (Pierce, 1961)
Retimonocolpites sp. (Bromeliaceae)
Monade, bilateral, heteropolar, ámbito elíptico, prolado, monocolpado. Colpo simple y largo. Semitectado, exina 1.5µm, columnelas presentes. Escultura reticulada, a veces foveolada, heterobrocado, lumen de 1µm a 1.2µm, redondeado. Diámetro ecuatorial de 48 a 46µm. Largo del colpo 52µm. Ancho del colpo 2µm.

Retimonocolpites absyae (Hoorn, 1993)

Retimonocolpites sp. aff. *R. retifossulatus* (Lorente, 1986)

Retimonocolpites longicolpatus (Lorente, 1986)

Retimonocolpites maximus (Hoorn, 1993). Lámina 4, figures 63-64.

Retimonocolpites sp.1. Lámina 4, figuras 65-66.
Monade, bilateral, heteropolar, ámbito elíptico, acuminado en vista proximal. Monocolpado. Colpo simple, 2/3 de la longitud del grano. Semitectado, exina 1µm, columnelas indistintas. Escultura reticulada a micro reticulada, homobrocado, lumen < 1µm, redondeado. Diámetro ecuatorial de 28 a 33µm. Largo del colpo 22µm.

Retimonocolpites sp.2

Monade, bilateral, heteropolar, ámbito elíptico. Monocolpado. Colpo simple, 2/3 de la longitud del grano. Intectado, exina 1.5µm. Escultura reticulada, homobrocado, lumen 1µm a 1.5µm, circular a elongada. Diámetro ecuatorial de 24 a 29µm. Largo del colpo 19µm.

Género *Retitrescolpites* (Sah 1967)

Retitrescolpites? irregularis (Van der Hammen & Wymstra, 1964) Jaramillo & Dilcher, 2001. Lámina 4, figuras 67-68.

Género *Retitricolpites* (Van der Hammen, 1956) Pierce, 1961

Retitricolpites simplex (González Guzmán, 1967)

Género *Retitricolporites* (Van der Hammen 1956 ex Van der Hammen & Wijmstra, 1964)

Retitricolporites sp. Lámina 4, figura 69-70.

Monade, radial, isopolar, prolado. Tricolporado, colpos largos y costados, poro simple. Semitectado, exina 1.5µm. Escultura reticulada a micro reticulada, homobrocado, lumen < 0.6µm. Diámetro ecuatorial de 45 a 50µm. Diámetro polar de 46 a 53µm.

Género *Retistephanocolporites* (Van der Hammen & Wijmstra, 1964)

Retistephanocolporites sp.1

Monade, radial, isopolar, ámbito circular, subprolado. Stephanocolporado, ectocolpo largo y costado, endoporo simple, 4 colporos. Exina Tectada, > 1µm. Columnelas cortas. Escultura reticulada, homobrocada, lumen circular de 0.4µm a 0.6µm. Diámetro ecuatorial de 28 a 37µm.

Retistephanocolporites sp.2. Lámina 4, figuras 71-72.

Monade, radial, isopolar, prolado. Stephanocolporado, colporos simples, de 6 a 8 colporos. Exina Tectada, < 1 µm. Columnelas indistintas Escultura reticulada a foveoreticulada, heterobrocada, lumen irregular, decrece hacia las aberturas. Diámetro ecuatorial de 20 a 24µm.

Género *Retistephanoporites* (González Guzmán, 1967)

Retistephanoporites crassiannulatus (Lorente, 1986)

Género *Rugostephanocolporites* (Informal)

Rugostephanocolporites sp.

Monade, radial, isopolar, subprolado. Stephanocolporado, ecto - colpo simple, largo, endoporo costado, circular. 4 colporos. Exina tectada, 1.6 μ m. Columnelas de 0.8 μ m. Escultura rugulada. Diámetro ecuatorial de 52 a 59 μ m.

Género *Scabratricolporites* (Ramanujan, 1966)

Scabratricolporites sp.

Monade, radial, isopolar, subprolado. Tricolporado, colpos largos, poro simple. Tectado, exina < 1 μ m. Escultura escabrada a microrreticulada, homobrocado, Diámetro ecuatorial de 23 a 27 μ m.

Género *Scabratriporites* (Van der Hammen Van Hoeken-Klikenberg, 1964)

Scabratriporites sp.

Monade, radial, isopolar, ámbito esferoidal a elíptico en vista polar. Triporado, poro circular, grande, de 6 μ m a 5 μ m, anulado, anulo de 1.5 μ m. Intectado, exina < 1 μ m. Escultura escabrada, Diámetro polar de 19 a 23 μ m.

Género *Striatricolpites* (Van der Hammen, 1956) González Guzmán, 1967.

Striatricolpites sp. aff. *S. catatumbus* (González Guzmán, 1967)

Striatricolpites sp.

Monade, radial, isopolar, oblado Tricolpado, colpos largos y simples. Semitectado, exina 1 μ m. Escultura estriada, estrías de < 0.5 μ m, paralelas al colpo. Diámetro ecuatorial de 48 a 57 μ m.

Género *Striatricolporites* (Leidelmeyer, 1996))

Striatricolporites sp.

Monade, radial, isopolar, prolado. Tricolporado, colpo costado, poro simple, lalongado, 3 μ m de ancho por 2.3 μ m de largo. Semitectado, exina < 1.5 μ m. Columnelas indistintas. Escultura estriada y microrreticulada, distribuida regularmente por todo el grano. Diámetro ecuatorial de 36 a 43 μ m.

Género *Syncolporites* (Van der Hammen, 1954)

Syncolporites poricostatus (Van Hoeken Klinkenberg, 1966)

Syncolpites sp. Lámina 4, figuras 73-74.

Monade, radial, heteropolar. Tricolporado, syncolporado, poro circular vestibulado. Exina tectada, > 1.5 μ m. Columnelas < 0.5 μ m. Escultura rugulada. Diámetro ecuatorial de 16 a 22 μ m.

Género *Tetracolporopollenites* (Pflug & Thomson in Thomson & Pflug, 1953)
Tetracolporopollenites sp.aff. *T. maculosus* (Regali et al., 1974) Jaramillo & Dilcher, 2001). Lámina 4, figuras 75-76.

Tetracolporopollenites transversalis (Dueñas, 1980) Jaramillo & Dilcher, 2001.
Lámina 4, figura 77.

Género *Tetrapteris*. (Roubik & Moreno, 1991. Género reciente)
Tetrapteris type (Roubik & Moreno, 1991). Lámina 3, figura 48-50
Monade, radial, isopolar. Ámbito elíptico, oblado. Syncolporado, 6 a 8 poros circulares aparentemente anulados, 5µm a 6µm de diámetro. Exina tectada, de 4µm - 5µm. Escultura psilada a verrugada. Diámetro ecuatorial de 32 a 35µm.

Género *Zonocostites*. (Germeraad, Hopping & Muller 1968)
Zonocostites ramonae (Germeraad, Hopping & Muller 1968)

Zonocostites sp. Lámina 4, figuras 78-82
Monade, radial, isopolar, ámbito circular, grano subprolado. Tricolporado, colpo simple y corto, endocolpo alargado ecuatorialmente, zonado. Exina tectada, exina < 0.8µm. Columnelas indistintas. Escultura micro reticulada a escabrada, homobrocado. Diámetro ecuatorial de 13 a 16µm.

FOTOGRAFÍAS

LAMINA 1

Figura. 1	<i>Echitriletes</i> sp. cf. <i>E. muelleri</i>
Figura. 2	<i>Kuylisporites waterbolkkii</i>
Figura 3-4	<i>Foveotriletes</i> sp. cf. <i>F. ornatus</i>
Figura 5-8	<i>Nijssenosporites fossulatus</i>
Figura 9	<i>Retitriletes</i> sp. aff. <i>R. sommeri</i>
Figura 10-11	<i>Retitriletes</i> sp.2
Figura 12-13	<i>Polypodiaceoisporites "distafossulatus"</i>
Figura 14-15	<i>Verrucatotriletes</i> sp. aff. <i>V. etayoi</i>

LAMINA 2

Figura 16-17	<i>Verrucatotriletes bullatus</i>
Figura 18-19	<i>Verrucatotriletes</i> sp.1
Figura 20	<i>Cystopteris</i> type

Figura 21-22	<i>Polypodiisporites</i> aff. <i>inangahuensis</i>
Figura 23	<i>Polypodiisporites</i> sp.1
Figura 24-25	<i>Polypodiisporites</i> sp.2
Figura 26	<i>Polypodiisporites</i> sp.3
Figura 27-28	<i>Polypodiisporites</i> sp.4
Figura 29	<i>Psilamonoletes</i> sp. 1
Figura 30	<i>Thelypteris</i> type
Figura 31	<i>Verrucatosporites usmensis</i>

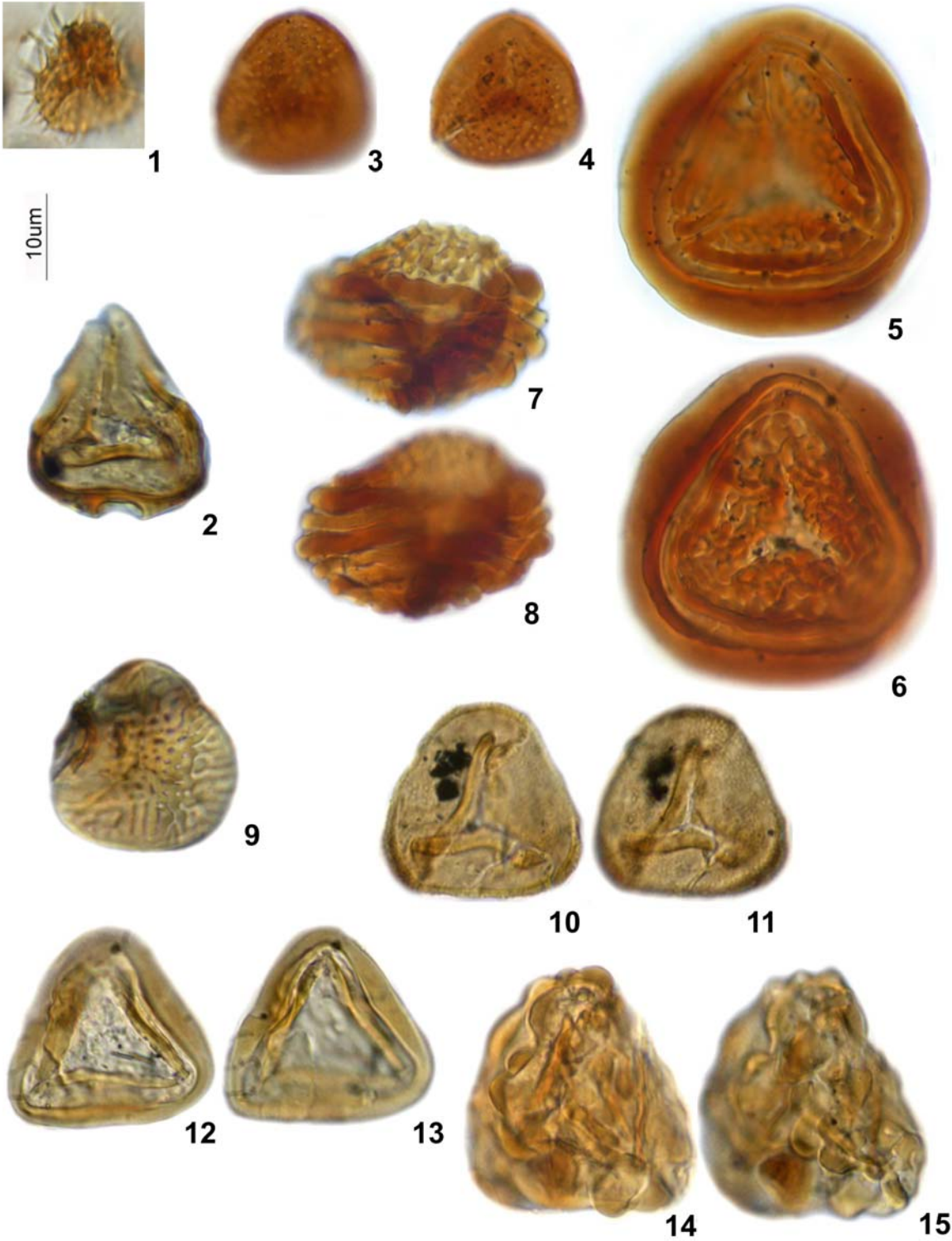
LAMINA 3

Figura 32-33	<i>Clavinaapertura</i> <i>clavatus</i>
Figura 34-35	<i>Clavinaapertura</i> <i>microclavatus</i>
Figura 36-37	<i>Corsinipollenites oculus</i> <i>noctis</i>
Figura 38-39	" <i>Diporocolpites annulatus</i> "
Figura 40	<i>Echitricolporites spinosus</i>
Figura 41-42	<i>Gemmamonocolpites</i> sp.2
Figura 43-44	<i>Illexpollenites</i> sp.
Figura 45-46	<i>Longapertites</i> sp.
Figura 47-49	Malphigiaceae, <i>Tetrapteris macrocarpa</i>
Figura 50-51	<i>Monoporopollenites annulatus</i>
Figura 52-53	<i>Perisyncolporites pokorny</i>

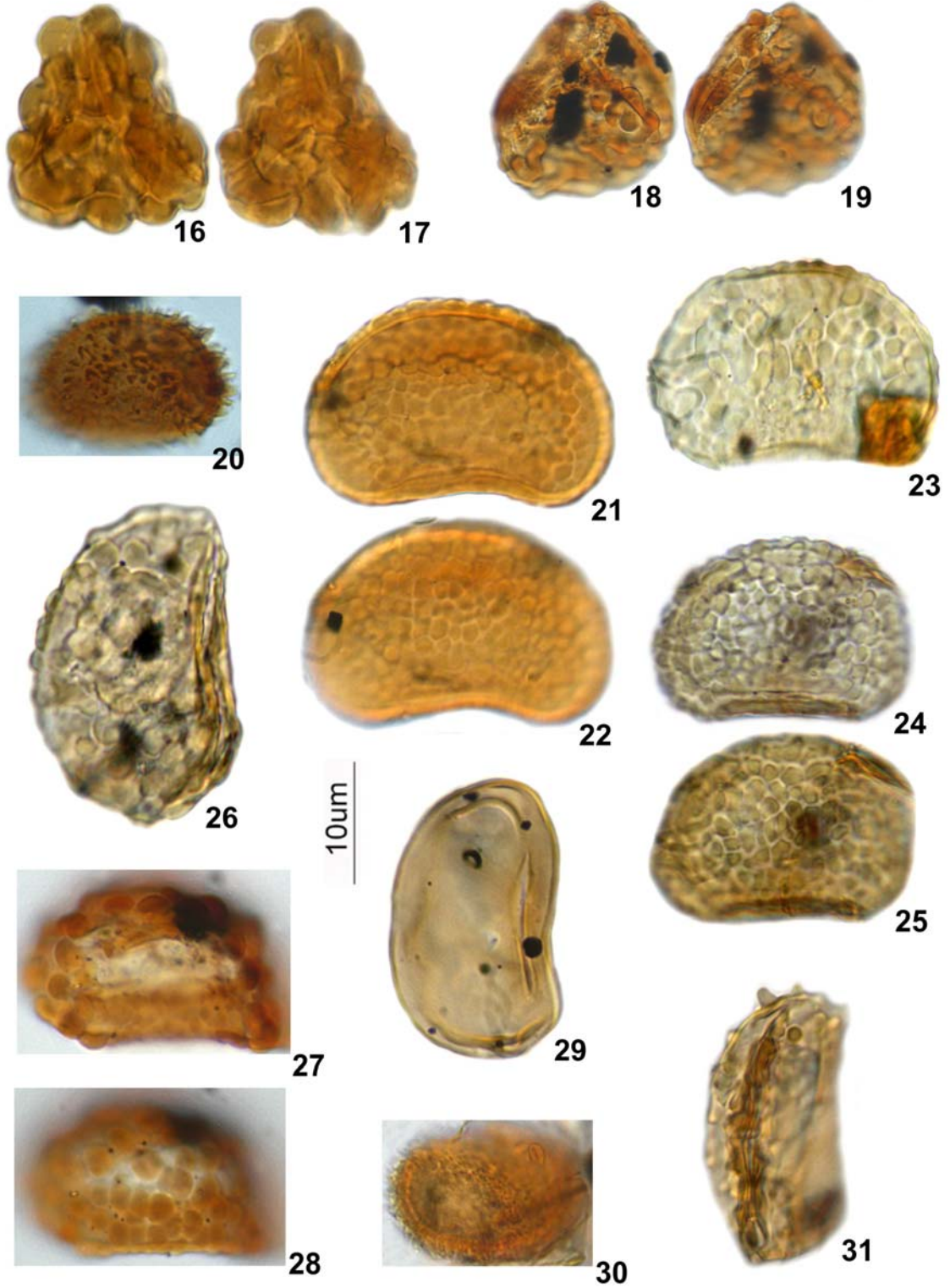
LAMINA 4

Figura 54	<i>Psilamonocolpites</i> sp.
Figura 55	<i>Psilamonocolpites nanus</i>
Figura 56-57	<i>Psilaperiporites minimus</i>
Figura 58-59	<i>Podocarpidites</i> sp.
Figura 60	<i>Proteacidites</i> sp.1
Figura 61	<i>Proteacidites</i> sp.2
Figura 62	<i>Ranunculacidites operculatus</i>
Figura 63-64	<i>Retimonocolpites maximus</i>
Figura 65-66	<i>Retimonocolpites</i> sp.1
Figura 67-68	<i>Retitrescolpites?</i> <i>irregularis</i>
Figura 69-70	<i>Retitricolporites</i> sp.
Figura 71-72	<i>Retistephanocolporites</i> sp. 2
Figura 73-74	<i>Syncolporites</i> sp.
Figura 75-76	<i>Tetracolporopollenites</i> sp. aff. <i>T. maculosus</i>
Figura 77	<i>Tetracolporopollenites transversales</i>
Figura 78-82	<i>Zonocostites</i> sp.
Figura 83	<i>Lanagiopollis</i> type

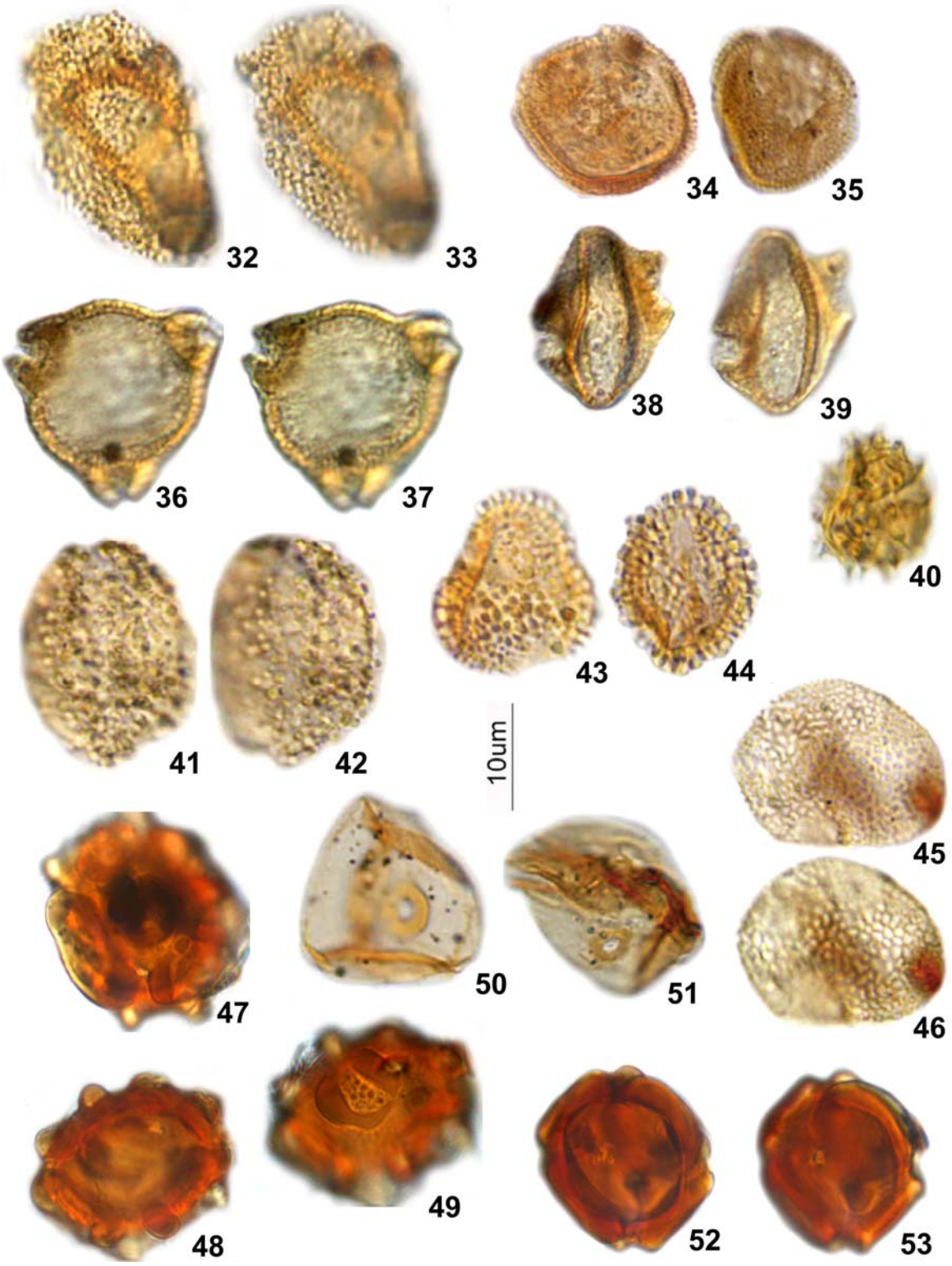
LAMINA 1



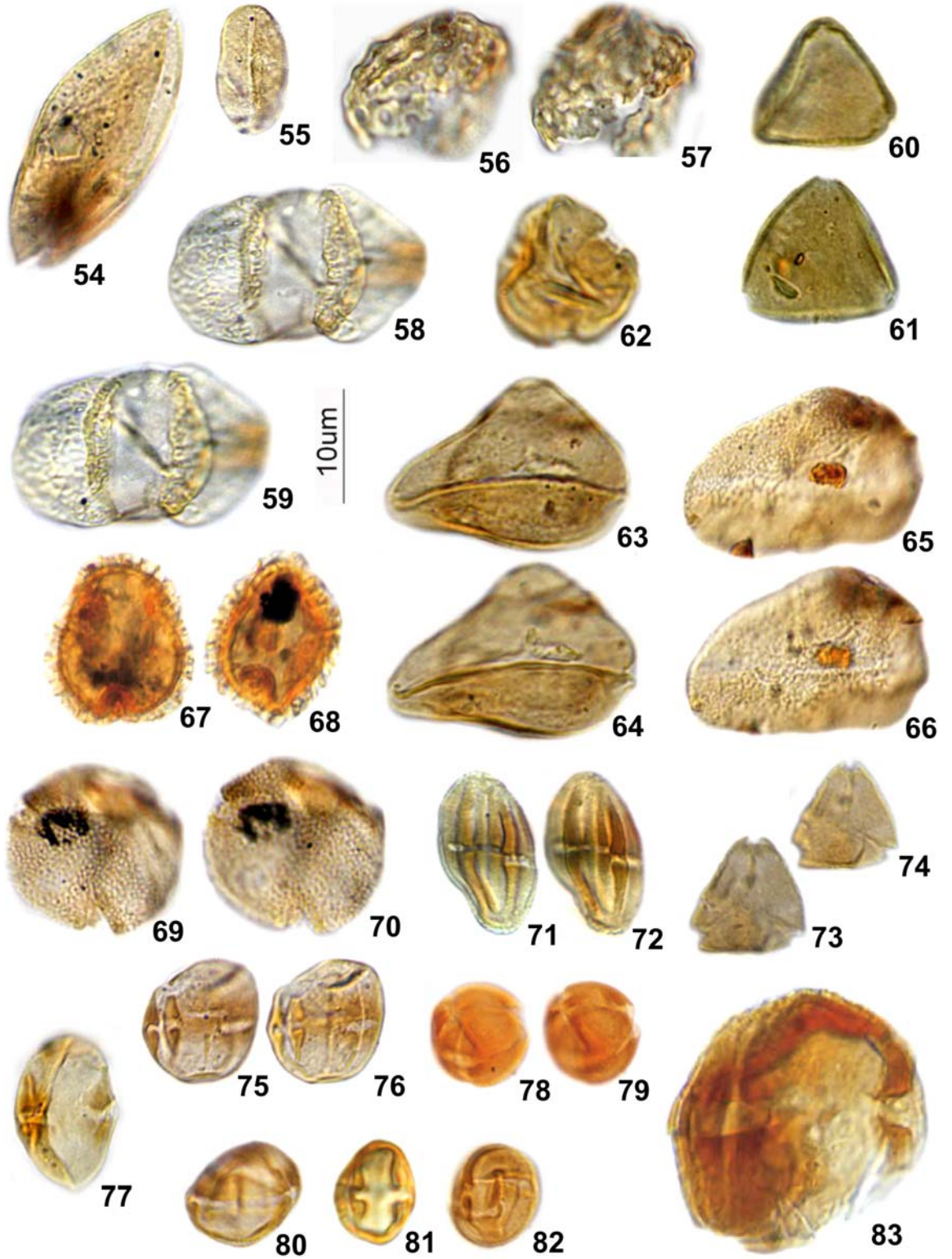
LAMINA 2



LAMINA 3



LAMINA 4



ANEXO 3.

CARTA DE DISTRIBUCIÓN BIOESTRATIGRÁFICA
POZO OPOGADÓ-1, CUENCA DEL ATRATO, CHOCÓ, COLOMBIA

