

DINOFLAGELADOS DEL OLIGOCENO TEMPRANO - MIOCENO TEMPRANO DE
LA SECCIÓN ARROYO ALFÉREZ, CARMEN DE BOLÍVAR, COLOMBIA.

SANDRA LUCÍA GARZÓN BELTRÁN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA

2007

DINOFLAGELADOS DEL OLIGOCENO TEMPRANO - MIOCENO TEMPRANO DE
LA SECCIÓN ARROYO ALFÉREZ, CARMEN DE BOLÍVAR, COLOMBIA.

SANDRA LUCÍA GARZÓN BELTRÁN

TRABAJO DE GRADO REALIZADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO
DE GEÓLOGA

Directores

Vladimir Torres Torres
ECOPETROL Instituto Colombiano del Petróleo

Carlos Alberto Jaramillo Muñoz
Smithsonian Tropical Research Institute

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA

2007

A Juancito Jordan

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Vladimir Torres Torres, por sus valiosas enseñanzas.

A Carlos Jaramillo, por sus consejos, recomendaciones y discusiones; cruciales para el desarrollo de este proyecto.

A Hernán Antolínez, por ser un amigo incondicional y un gran maestro.

A Manuel Páez y Vandana Prasad quienes siempre estuvieron dispuestos a compartir sus conocimientos conmigo.

A mi familia por ayudarme a lograr mis objetivos.

A Daniel González por su apoyo y comprensión.

A mis amigos del grupo de Bioestratigrafía de ECOPETROL ICP por toda su colaboración.

A la Universidad Industrial de Santander, por mi formación académica.

Al Instituto Colombiano del Petróleo ECOPETROL ICP y al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, por permitirme el uso de sus instalaciones.

A la Corporación geológica Ares por la financiación parcial de este proyecto.

CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

1.2 Objetivos Específicos

2. LOCALIZACIÓN

3. CONTEXTO GEOLÓGICO

4. ESTUDIOS ANTERIORES

4.1 Trabajos geológicos del Noroccidente Colombiano

4.2 Estudios globales de quistes de dinoflagelados Paleógeno Neógeno

4.3 Trabajos bioestratigráficos y paleoecológicos en el área de estudio

4.4 Taxonomía de dinoflagelados fósiles

5. MORFOLOGÍA DE DINOFLAGELADOS FÓSILES

5.1 Introducción

5.2 Fosilización

5.3 Paratabulación

5.4 Arqueópilo

6. MATERIALES Y MÉTODOS

7. RESULTADOS

7.1 Identificación taxonómica

7.2 Distribución estratigráfica y estado de preservación de los quistes

8. DISCUSIÓN

8.1 Distribución espacio temporal de los quistes de dinoflagelados

8.1.1 Rango estratigráfico del género *Homotryblum*

8.1.2 Rango estratigráfico del género *Chiropteridium*

8.2 Modelo de edad

8.3 Paleoecología y recobro

9. CONCLUSIONES

10. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización Sección de superficie Arroyo Alférez.

Figura 2. Mapa de Localización de la Cuenca del Valle Inferior del Magdalena, Cinturón Plegado de San Jacinto y Cuenca del Sinú.

Figura 3. Nomenclatura estratigráfica utilizada por diversos autores en las cuencas del Sinú, Urabá, y diversas zonas del Valle Inferior del Magdalena.

Figura 4. Características morfológicas de la teca de un dinoflagelado y términos análogos para describir el quiste.

Figura 5. Posición relativa del quiste y la teca en un dinoflagelado.

Figura 6. Tabulación de un quiste corado.

Figura 7. Diferentes tipos de arqueópilos.

Figura 8. Vista del menú inicial de la base de datos: “*Carmen de Bolívar Dinoflagellates Data Base*”.

Figura 9. Vista de las presentaciones *shape*, *comparisons*, *measurements* y *photographs*.

Figura 10. Esquema y microfotografía de *Cleistosphaeridium diversispinosum*.

Figura 11. Esquema y microfotografía de *Chiropteridium* sp 1.

Figura 12. Esquema y microfotografía de *Chiropteridium* sp 2.

Figura 13. Esquema y microfotografía de *Chiropteridium* sp 3.

Figura 14. Esquema y microfotografía de *Homotryblium floripes breviradiatum*.

Figura 15. Esquema y microfotografía de *Homotryblium floripes*.

Figura 16. Esquema y microfotografía de *Hystrichokolpoma rigaudiae*.

Figura 17. Esquema y microfotografía de *Hystrichokolpoma* sp 1.

Figura 18. Esquema y microfotografía de *Hystrichokolpoma* sp 2.

Figura 19. Esquema y microfotografía de *Lejeunecysta* sp 1.

Figura 20. Esquema y microfotografía de *Lejeunecysta* sp 2.

Figura 21. Esquema y microfotografía de *Lejeunecysta* sp 3.

Figura 22. Esquema y microfotografía de *Lejeunecysta* sp 4.

Figura 23. Esquema y microfotografía de *Linglodinium macherophorum*.

Figura 24. Esquema y microfotografía de *Operculodinium centrocarpum*.

Figura 25. Esquema y microfotografía de *Polysphaeridium zoharyi*.

Figura 26. Esquema y microfotografía de *Selenopemphix nephroides*.

Figura 27. Esquema y microfotografía de *Spiniferites* sp 1.

Figura 28. Esquema y microfotografía de *Spiniferites* sp 2.

Figura 29. Esquema y microfotografía de *Stelladinium* sp 1.

Figura 30. Distribución estratigráfica de dinoflagelados en la sección Arroyo Alférez.

Figura 31. Ocurrencias más altas de los géneros *Homotryblum* y *Chiropteridium* en estudios alrededor del mundo.

Figura 32. Cronología de la sección Arroyo Alférez utilizando nanofósiles calcáreos (Mejía, 2007), foraminíferos (Duque-Caro, 2005) y distribución de los dinoflagelados de mayor importancia bioestratigráfica encontrados en este estudio.

Figura 33. Relación entre abundancias de foraminíferos calcáreos, foraminíferos aglutinados grandes y quistes de dinoflagelados.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Listado de muestras y profundidades para el intervalo analizado de la sección Arroyo Alférez.

Anexo 2. Coordenadas internacionales England Finder de todos los quistes de dinoflagelados encontrados en el intervalo analizado de la sección Arroyo Alférez.

Anexo 3. Datos cuantitativos de quistes de dinoflagelados para el intervalo analizado de la sección Arroyo Alférez.

Anexo 4. Glosario.

RESUMEN

TITULO: DINOFLAGELADOS DEL OLIGOCENO TEMPRANO – MIOCENO TEMPRANO DE LA SECCIÓN ARROYO ALFÉREZ, CARMEN DE BOLÍVAR, COLOMBIA.*

AUTOR: Sandra Lucia Garzón Beltrán.**

PALABRAS CLAVE: Oligoceno, Mioceno, Dinoflagelados, Arroyo Alférez.

Este trabajo presenta nueva información palinológica de sedimentitas de edad Oligoceno Temprano-Mioceno Temprano del noroccidente de Colombia, basada en el análisis de quistes de dinoflagelados de la sección Arroyo Alférez. Se analizaron cuarenta y un placas palinológicas y se identificaron veinte morfotipos diferentes, de los cuales se reconocieron los géneros: *Cleistosphaeridium*, *Chiropteridium*, *Homotryblium*, *Hystrichokolpoma*, *Lejeunecysta*, *Lingulodinium*, *Operculodinium*, *Polysphaeridium*, *Selenopemphix*, *Spiniferites* y *Stelladinium*; y las especies: *Cleistosphaeridium diversispinosum*, *Homotryblium floripes*, *Homotryblium floripes brevirostratum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium macherophorum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Polysphaeridium zoharyi*, y *Selenopemphix nephroides*. Se estimó una edad de Oligoceno Temprano-Mioceno Temprano al intervalo analizado, teniendo en cuenta la distribución estratigráfica de la asociación de dinoflagelados encontrada; las zonaciones actuales de quistes de dinoflagelados (generadas a partir de datos de latitudes medias y altas) y la información obtenida en estudios bioestratigráficos previos realizados en esta sección (Duque-Caro, 2006; Mejía, 2007). Además con base en los datos del análisis de foraminíferos bentónicos realizado previamente en esta sección (Fiorini & Jaramillo, en prep.), se reconoció un fuerte control paleoambiental en la distribución y abundancia de quistes de dinoflagelados y una relación positiva entre abundancias de foraminíferos calcáreos, foraminíferos aglutinados de tamaño mayor a 125µm y quistes de dinoflagelados.

* Proyecto de Grado

** Facultad De Ingenierías Físico-Químicas Escuela de Geología Director: Vladimir Torres Torres, ICP Instituto Colombiano del Petróleo Piedecuesta – Santander. Codirector: Carlos aramillo Muñoz, Smithsonian Tropical Research Institute. Apartado 2072 Balboa Ancón, Panamá.

ABSTRACT

TITLE: EARLY OLIGOCENE - EARLY MIOCENE DINOFLAGELLATE CYSTS FROM ARROYO ALFÉREZ SECTION, CARMEN DE BOLÍVAR, COLOMBIA.*

AUTHOR: Sandra Lucia Garzón Beltrán.**

KEY WORDS: Oligocene, Miocene, Dinoflagellate cysts, Arroyo Alférez

This study presents new palynological information of Lower Oligocene-Lower Miocene strata in northwestern Colombia, based on dinoflagellate cysts analysis from Arroyo Alférez section. Forty-one samples were analyzed and twenty different morphotypes were identified, among which the following genera were recognized: *Cleistosphaeridium*, *Chiropteridium*, *Homotryblium*, *Hystriochokolpoma*, *Lejeunecysta*, *Lingulodinium*, *Operculodinium*, *Polysphaeridium*, *Selenopemphix*, *Spiniferites* and *Stelladinium*. Furthermore, the species: *Cleistosphaeridium diversispinosum*, *Homotryblium floripes*, *Homotryblium floripes breviradiatum*, *Hystriochokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium macherophorum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Polysphaeridium zoharyi*, and *Selenopemphix nephroides* were also identified. An Early Oligocene - Early Miocene age was estimated for the studied interval, using the stratigraphic distribution of the dinoflagellate cysts assemblages, the global dinocysts zonations (generated mostly from mid and high latitudes data) and information from previous biostratigraphic analysis performed on this section (Duque-Caro, 2006; Mejía, 2007). Also, a strong paleoenvironmental control of the distribution and abundance of dinocysts was recognized, based on data from a previous benthic foraminifera study from the Arroyo Alférez section (Fiorini & Jaramillo, in prep.). Furthermore, a positive relation between abundances of calcareous foraminifera, coarse grained agglutinated foraminifera and dinoflagellate cysts was identified.

* Degree Work

** Physical-Chemical College, Geology School, Director: Vladimir Torres Torres, ICP Instituto Colombiano del Petróleo Piedecuesta – Santander. Codirector: Carlos Jaramillo Muñoz, Smithsonian Tropical Research Institute. Apartado 2072 Balboa Ancón, Panamá.

INTRODUCCIÓN

El principal grupo fósil utilizado en bioestratigrafía de secuencias marinas en Colombia, han sido los foraminíferos (Petters & Sarmiento, 1956; Guerra, 1980; HOCOL, 1993; Martínez, 1995; Duque-Caro, 1990; Rubio & Ramírez, 1999; Hernández *et al.*, 2003). Igualmente, los palinomorfos de origen continental, como el polen y las esporas, han sido utilizados exitosamente en diversos estudios bioestratigráficos en el país (Van der Hammen, 1957; Dueñas, 1986; Jaramillo *et al.*, 2005). Sin embargo, mientras la exploración petrolera se mueve hacia zonas marinas, se hace indispensable evaluar el potencial bioestratigráfico de palinomorfos de origen marino como los dinoflagelados.

En los últimos años, los dinoflagelados han jugado un papel importante en la exploración de hidrocarburos, especialmente en latitudes altas. Su pequeño tamaño, abundancia en estratos que carecen de otros fósiles, amplia distribución geográfica, composición resistente a la degradación y rápida evolución, los convierte en una excelente herramienta bioestratigráfica. Su utilidad en la asignación de edades a secuencias marinas Mesozóicas y Cenozóicas ha sido demostrada en áreas tradicionalmente petroleras como el Mar del Norte (Bujak & Mudge, 1994; Mudge & Bujak, 1996), Siberia occidental (Iakovleva & Kulkova 2002), el margen de Nueva Escocia en Canadá (Fensome & Williams, 2005), y la Costa del Golfo en los Estados Unidos (Jaramillo & Oboh-Ikuenobe, 1999).

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Evaluar el potencial bioestratigráfico de los quistes de dinoflagelados para secuencias marinas cenozoicas del norte de Colombia con miras a su aplicación en la exploración costa afuera.

1.2 Objetivos Específicos

Identificación taxonómica y sistemática detallada de quistes de dinoflagelados en sedimentitas del intervalo Oligoceno Temprano - Mioceno Temprano, de la sección Arroyo Alférez, en la cuenca del Valle Inferior del Magdalena, Colombia.

Interpretar la distribución estratigráfica de los dinoflagelados encontrados en el intervalo comprendido entre 614 y 1935 metros en la sección Arroyo Alférez.

3. CONTEXTO GEOLÓGICO

El Noroccidente Colombiano ha tenido una compleja evolución estructural y sedimentaria producto de la convergencia de las placas tectónicas del Caribe y de Suramérica desde finales del Mesozoico. La sección a estudiar se localiza entre la Cuenca del Valle Inferior del Magdalena y el Cinturón Fragmentado de San Jacinto (Figura 2). Estructuralmente, el Cinturón Fragmentado de San Jacinto se caracteriza por ser una faja replegada donde predominan fallas inversas y de cabalgamiento longitudinales y paralelas a la actitud estructural regional de los estratos (Barrera, 1999). Las unidades litológicas que afloran en este cinturón corresponden a rocas sedimentarias del Paleógeno-Neógeno (formaciones Luruaco, Chengue, San Jacinto, El Carmen y Rancho (Robertson, 1985). La nomenclatura estratigráfica utilizada por diversos autores en las cuencas del Sinú, Urabá y algunas zonas del Valle Inferior del Magdalena se ilustra en la figura 3.

Las muestras a analizar provienen de la Formación El Carmen. La primera referencia de este nombre aparece en informes internos de la Texas Petroleum Company, para designar el paquete de lodolitas que afloran en el Carmen de Bolívar (Notestein, 1929). La localidad tipo de esta unidad se presenta en zonas suavemente onduladas al norte de la vía Sabaneta - Coveñas. La litología es típicamente arcillosa, consta principalmente de lodolitas plásticas pardo amarillentas con abundante microfauna (foraminíferos planctónicos), *shales* calcáreos pardo amarillentos y grises. Clavijo & Barrera (2001) señalan que las características tanto litológicas como texturales de esta unidad muestran una sedimentación en una cuenca interna de margen, restringida, relativamente anóxica, con aporte de sedimentos terrígenos tamaño limo, lodo y precipitación de carbonatos, lo cual indica un

área bordeada por zonas de pendientes no muy desarrolladas, sedimentación continua, con invasión ocasional de organismos perturbadores del sustrato; indican, además, con base en la microfana encontrada, *Bulimina corrugada*, *Gyroidina multicostata*, *Cibicides floridanus*, *Melonis pompilioides*, un ambiente batial medio superior a batial medio inferior (500 m a 2.000 m de profundidad). Dueñas & Duque- Caro (1981), con base en la presencia de foraminíferos planctónicos, indican condiciones marinas entre 200 y 600 metros de profundidad.

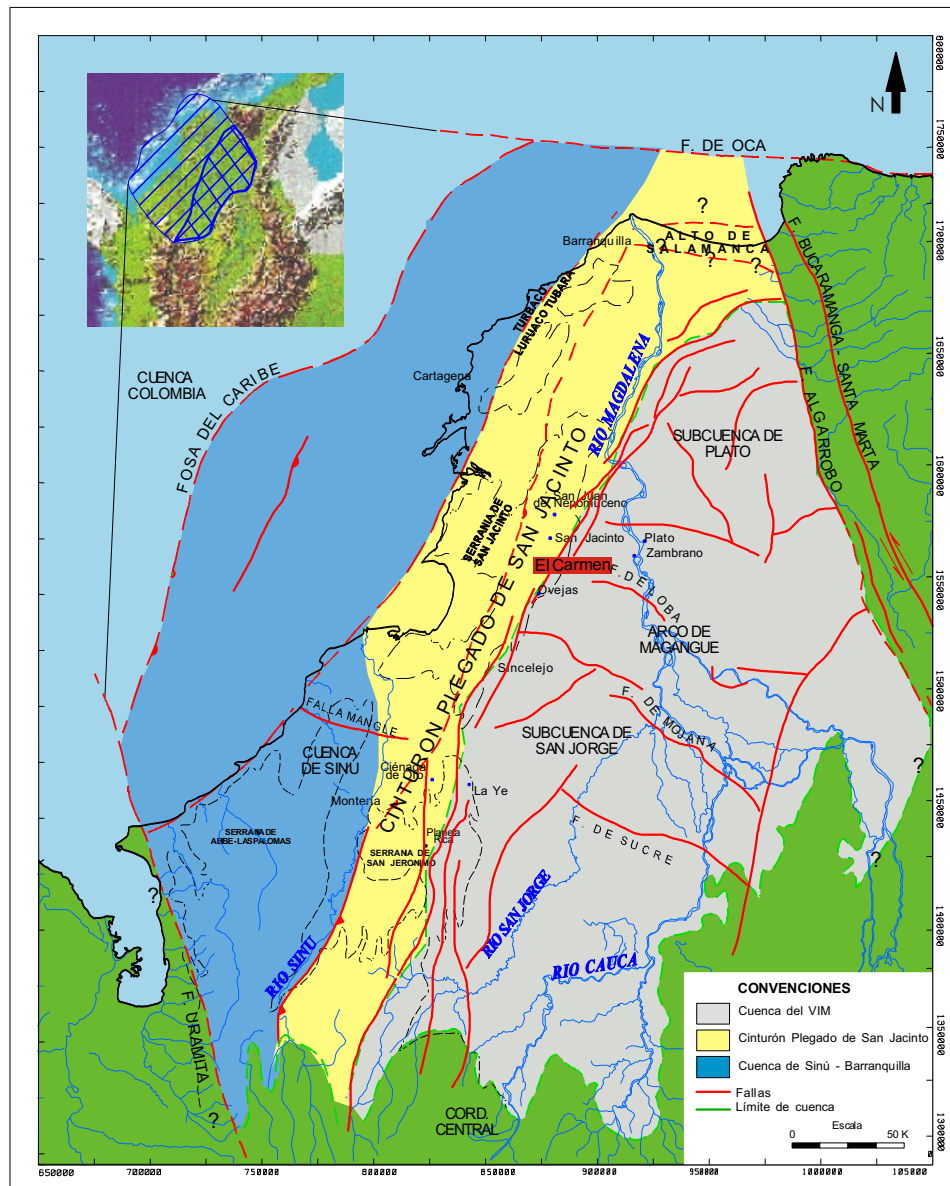


Figura 2 Mapa de localización de la Cuenca del Valle Inferior del Magdalena, Cintrón Plegado de San Jacinto y Cuenca del Sinú. Modificado de Martínez (1994), Reyes & Reyes (2002)..

	Sinú - Urabá		Sur de Bolívar		Norte de Bolívar			San Jorge			Montería		Area El Carmen
	Haffer & Beattie 1959	Lawson, 1958	Intercol	Haffer, 1960	Schroeder, 1949	Texas (Varios Repotes)		Chevron	Ecopetrol Herrera, 1991	Ecopetrol Aristizabal, 1993	Notestein y Aitken, 1929	Dueñas y Duque 1986	Robertson R., 1985
Plioceno	F. Mulatos	?		F. Sabana	?	Sabana		F. Buenavista	F. Sincelejo	F. Corpa	F. Cuesta	F. Cerito	F. Cuesta
Mioceno	S	F. Fajardo						F. Tubará	F. Tubará	F. Tubará			
	M	F. Corpa	F. Corpa	F. San Antonio Superior	F. Cuesta	F. Cuesta	F. Cuesta				F. Rancho	F. Porqueo	F. Rancho
	I	F. Pajuil	F. Pajuil	F. San Antonio Inferior	F. Chivolo	F. Chivolo	F. Silencio - Difícil		F. Porqueo	F. Porqueo	F. Porqueo		
Oligoceno	S	F. Floresanto	F. Floresanto	F. Porque ro	F. Rancho Superior	F. Santa Inés	F. Santa Inés						
	M	Arenisca Pavo	Arenisca Manantial	Arenisca Ciénaga de Oro	F. Rancho Medio	Serie Rancho	F. Rancho Medio e Inferior				F. Ciénaga de Oro	F. Ciénaga de Oro	F. El Carmen
	I	F. Escondido	F. Maralú		F. Pintura	F. R. Inf.		F. Ciénaga de Oro				F. San Jacinto	
					F. Carmen	F. Carmen			Basamento				
Eoceno	S	F. Maralú		F. San Antonio	F. San Jacinto	Caliza Jobo Bonito Sabanita Bombacho	F. San Jacinto				F. Bajo Grande		F. San Jacinto
	M										F. Saltral		F. San Juan Saltral Chengue
	I			F. Carreto Superior	F. Chengue		F. Chengue	Grupo			F. Chengue	F. San Cayetano Superior	
Paleoceno	S		F. Carreto Inferior	F. Venados Superior	F. Aguas Blancas								F. Luuao
	I	F. Purgatorio Inferior			F. Venados Superior	F. Venados					F. Venado		
Cretáceo Superior			San Cayetano Superior									F. San Cayetano Inferior	F. Carsona

Figura 3. Nomenclatura Estratigráfica utilizada por diversos autores en las Cuencas del Sinú - Urabá y en diversas zonas del Valle Inferior del Magdalena Modificado de Reyes & Reyes (2002).

4. ESTUDIOS ANTERIORES

4.1 Trabajos geológicos del Noroccidente Colombiano

Los pioneros en la investigación geológica del Noroccidente Colombiano, a comienzos del siglo XX, fueron geólogos vinculados a la industria del petróleo, por lo que gran parte de la información es inédita y reposa en los archivos de la industria petrolera.

El primero de éstos fue Werenfels (1926), quien describe la estratigrafía del Paleógeno y del Neógeno en los alrededores de Toluviejo. Anderson (1926, 1929) describió los depósitos del Mioceno marino en el norte de Colombia y propuso formalmente el nombre de Grupo Las Perdices para unos *shales* arcillosos y arenosos en un área cercana a Barranquilla, y Grupo Tubará para unos sedimentos areno arcillosos en la localidad de Tubará. Bürgl *et al.* (1955) describen en detalle la micropaleontología y estratigrafía de la sección Arroyo Saco y consideran que el contacto entre las formaciones Las Perdices y Tubará es normal. Posteriormente, Bürgl (1961) y Zimmerle (1968) colocan los límites inferior y superior de la Formación Las Perdices en discordancia con las unidades infrayacentes y suprayacentes. Bürgl (1957) y Van der Hammen (1958) reportan la presencia de bancos de areniscas calcáreas en la Formación Las Perdices y dan a conocer su fauna, y le asignan a esta unidad el rango de formación. Duque-Caro, describe la evolución geológica del Caribe Colombiano en diferentes años; en 1971 introduce el término Ciclo Tubará en sentido roca-tiempo, e indica “La época más joven dentro de la cual se halla actualmente la evolución geológica de las márgenes costeras de Colombia” (en De Porta, 1974). Duque-Caro (1980) describe los cinturones de San Jacinto y Sinú y en

1984 presenta una interpretación del estilo estructural y episodio de acrecimiento del Terreno Sinú - San Jacinto en el noroccidente de Colombia. Duque-Caro (1972) propone una subdivisión en ciclos tecto-sedimentarios para el norte de Colombia y sus relaciones con la paleoecología y presenta, en 1978, un modelo geotectónico y evolutivo de la región noroccidental colombiana. En 1980, divide tectónicamente la región del Caribe en dos áreas; una estable o de plataforma no plegada y otra inestable o geosinclinal plegada, cerca a la costa. Además, presenta un modelo de evolución geotectónica durante el Paleógeno y del Neógeno. El mismo autor, en 1984, define una provincia tectonoestratigráfica, a la que denomina Terreno Sinú - San Jacinto, en el cual juega un papel importante el diapirismo de lodo, y propone un nuevo estilo estructural, influenciado por fenómenos de diapirismo y episodios de acrecimiento de prismas que dieron lugar al Terreno Sinú - San Jacinto en el noroccidente de Colombia.

Regionalmente, las secciones más estudiadas y de las cuales se han establecido extrapolaciones y correlaciones hacia áreas vecinas son: la sección de los alrededores de Toluviejo – Corozal (Beck, 1921; Werenfels, 1926); la sección de Cerro Cansona y Carmen - Zambrano (Anderson, 1928; Chenevart, 1963).

4.2 Estudios globales de quistes de dinoflagelados Paleógeno Neógeno

Resúmenes de los principales estudios bioestratigráficos y paleoecológicos paleógenos y neógenos alrededor del mundo pueden encontrarse en artículos como Williams and Bujak (1985), Stover *et al.* (1996), Williams *et al.* (2004), and Sluijs *et al.* (2005). Los primeros trabajos detallados de quistes de dinoflagelados provienen de áreas de latitudes altas del

hemisferio norte (por ejemplo; Caro, 1973; Costa & Downie, 1976, Chateauneuf & Gruas-Cavagnetto, 1978) En los últimos veinte años, se han realizado intensas investigaciones relacionadas principalmente a la exploración petrolera, las cuales han resultado en una serie de estudios bioestratigráficos en áreas como la cuenca del Mar del Norte (Bujak & Mudge, 1994; Mudge & Bujak 1996), Dinamarca (Heilmann-Clausen, 1985), Inglaterra (Powell *et al.*, 1996), El Atlántico norte occidental (Damassa, *et al.*, 1990), y Siberia Occidental (Iakovleva & Kulkova, 2003). Los datos de dinoflagelados del hemisferio sur están confinados principalmente a áreas de latitudes tan altas como el sur de Chile (Quattrocchio & Sarjeant, 2003), Australia (Deflandre & Cookson, 1955; Cookson & Eisenack, 1965; 1967; Patridge, 1976), Nueva Zelanda (Wilson, 1984; 1988; Crouch, 2001), Antártica (Wrenn & Hart, 1984), y Tasmania (Brinkhuis *et al.*, 2003; Williams *et al.*, 2004).

Algunas investigaciones de quistes de dinoflagelados se han llevado a cabo en áreas de latitudes medias, específicamente, en Túnez (Crouch *et al.*, 2003; Guasti *et al.*, 2005), Pakistan (Kothe *et al.*, 1988), India (Varma & Dangwal, 1964; Mehrotra & Singh, 2003), la costa del golfo de los Estados Unidos (Firth, 1987; Gregory & Hart, 1995), y California (Damassa, 1979a, 1979b).

Los datos de quistes de dinoflagelados provenientes de áreas ecuatoriales proceden principalmente de África oriental (Jan du Chêne & Adediran, 1985; Jan du Chêne, 1988) y el norte de Suramérica (Helenes & Cabrera, 2003; Jaramillo & Dilcher, 2001; Regali *et al.*, 1974), pero estos estudios aún no han sido calibrados con otros grupos de microfósiles.

En general, los registros detallados y bien calibrados de quistes de dinoflagelados de edad Paleógeno Neógeno provienen de latitudes altas del hemisferio norte. La aplicación de los dinoflagelados en estudios bioestratigráficos de latitudes medias y bajas aún es incipiente. Por esta razón, actualmente no existe una zonación tropical de quistes de dinoflagelados.

4.3 Trabajos bioestratigráficos y paleoecológicos en el área de estudio.

La utilidad de los dinoflagelados como herramienta bioestratigráfica en Colombia, ya ha sido evaluada para sedimentitas marinos del Cretácico Superior en la Cuenca del Valle Superior del Magdalena (Jaramillo & Yepes, 1994; Yepes, 2002), pero su potencial bioestratigráfico para secuencias Cenozoicas del Norte del país permanece inexplorado. En los últimos años se han realizado los primeros estudios bioestratigráficos de secuencias marinas del norte del país utilizando dinoflagelados.

Medina (2006) estudia el intervalo Mioceno Medio alto – Mioceno Superior, para el Caribe Colombiano y reporta, por primera vez, la ocurrencia de 42 morfotipos de dinoflagelados con una mayor abundancia de Gonyaulacales en el Valle Inferior del Magdalena y mayor abundancia y diversidad de Peridinales en la Baja Guajira.

Antolínez (2006) analiza material palinológico del Pozo Manatí-1 localizado en el Cinturón Plegado de San Jacinto, reporta 106 morfotipos de dinoflagelados y asigna una edad Paleoceno-Mioceno medio con base en las asociaciones de quistes de dinoflagelados.

La sección estratigráfica Arroyo Alférez ha sido estudiada recientemente por diversos autores, Duque-Caro (2006) analizó 30 muestras del intervalo comprendido entre 5 y 1434 m, utilizando foraminíferos y asignó una edad de Eoceno Tardío a Oligoceno Tardío. Mejía (2007) analizó 40 muestras del intervalo comprendido entre 614 y 1935 m de la misma sección utilizando nanofósiles calcáreos y asignó una edad de Oligoceno Temprano-Mioceno Medio al intervalo analizado.

Fiorini y Jaramillo (en prep.) analizan 80 muestras provenientes de la sección Arroyo Alférez, del intervalo comprendido entre 5 y 1900 metros, utilizando foraminíferos bentónicos y proponen un ambiente batial superior bajo la influencia de condiciones disóxicas.

4.4 Taxonomía de dinoflagelados fósiles

El primer trabajo acerca de quistes de dinoflagelados fue publicado por Wetzel en 1933. Inicialmente, los pocos géneros y especies reconocidos estaban definidos vagamente, y las características morfológicas esenciales para la clasificación como el arqueópilo y el arreglo de los procesos no eran tomadas en cuenta. A pesar de ser un grupo fósil relativamente nuevo, la aplicación de los quistes de dinoflagelados como herramienta bioestratigráfica en la exploración de hidrocarburos, impulsó su estudio científico aceleradamente en los últimos cincuenta años a tal punto que actualmente, existen cientos de géneros y miles de especies de dinoflagelados fósiles. A medida que aumentó el número de géneros y especies descritas, y a medida que se establecieron nuevos criterios para definirlos, las

enmendaciones de géneros y reasignaciones de especies fueron inevitables. Como consecuencia de este rápido influjo de nuevos taxa los límites entre géneros fueron propuestos en términos ambiguos y se propusieron géneros innecesarios. Se han llevado a cabo amplias revisiones sistemáticas de géneros y en menor medida de especies, por diferentes autores (Davey *et al.* 1966, Vozzhennikova 1967, Wiggins 1975 y Lentin & Williams 1976).

Actualmente, las características morfológicas de la mayoría de los géneros están claramente definidas y establecidas. Sin embargo, a nivel de especies aún existen muchas dudas, ya que las características utilizadas para diferenciar algunas especies son muy sutiles. Además se ha demostrado que diferencias morfológicas que podrían considerarse importantes al momento de realizar una clasificación, como variabilidad en el tamaño y la forma de los procesos, pueden deberse a variaciones en las condiciones paleoambientales (especialmente paleosalinidad y paleotemperatura) (Zonneveld, 2007). Las sinonimias de los taxa de mayor importancia bioestratigráfica encontrados en este trabajo se enumeran en los apartados 8.1.1 y 8.1.2.

5. MORFOLOGÍA DE DINOFLAGELADOS FÓSILES

5.1 Introducción

Los dinoflagelados pertenecen a un grupo del fitoplancton principalmente marino de carácter Cosmopolita, cuyo tamaño fluctúa entre 20 y 500µm, por lo que se les ubica dentro del microplancton. Los dinoflagelados vivientes son protistas, principalmente planctónicos que se mueven en el agua gracias a dos flagelos desiguales y contienen pigmentos rojo-anaranjados. Sus características morfológicas y requerimientos nutritivos los hacen exitosos desde el punto de vista reproductivo y de crecimiento en aguas tropicales.

5.2 Fosilización

Los dinoflagelados (excepto los Gimnodinales) están protegidos por un grueso caparazón o teca), de naturaleza celulósica, formado por placas poligonales o tecales, unidas a lo largo de uniones lineales conocidas como suturas. La forma en la cual están distribuidas las placas tecales, constituye la tabulación de la cápsula que es característica de cada género o especie.

Aproximadamente el 10% de las especies modernas de dinoflagelados incluyen dentro de su ciclo de vida la formación de quistes. El estado motil o tecal se destruye fácilmente por acción bacteriana; en ciertas circunstancias es atacado tan rápidamente, que la teca jamás alcanza la interfase depositacional, donde los quistes que son mucho más resistentes, se acumulan en grandes cantidades. Las paredes del quiste están compuestas por sustancias orgánicas altamente resistentes similares a la esporopolenina, de larga vida geológica y que por lo tanto son comúnmente encontradas en el registro fósil.

A pesar de la poca permanencia geológica de la celulosa tecal en contraste con la esporopolenina, la apreciación de la morfología tecal es fundamental para la interpretación e

identificación de los quistes, ya que las principales características morfológicas reconocidas en los quistes son análogas a características de la teca (Evitt, 1985) (Figura 4)

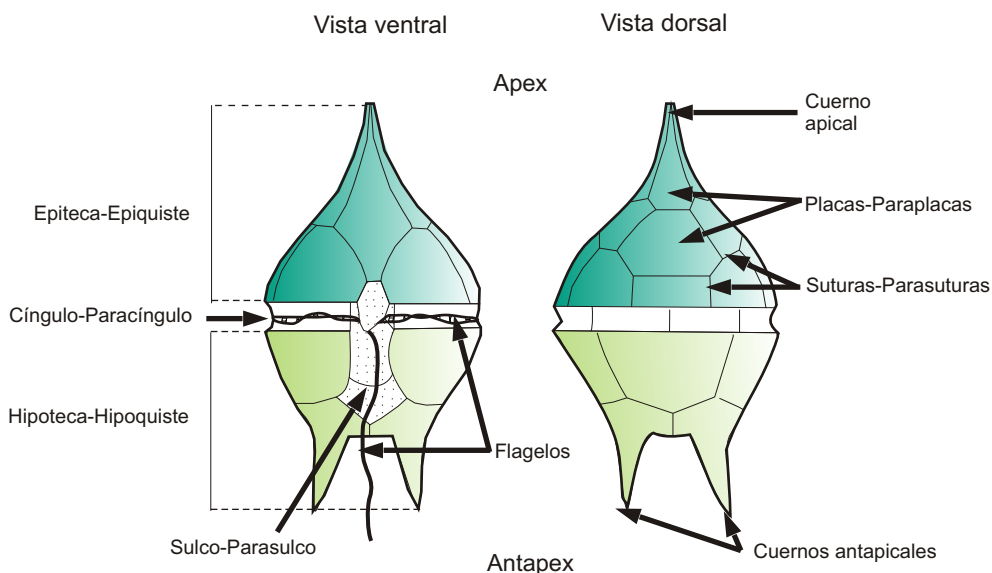


Figura 4. Características morfológicas de la teca de un dinoflagelado y términos análogos utilizados para describir el quiste. Modificado de Evitt, 1985

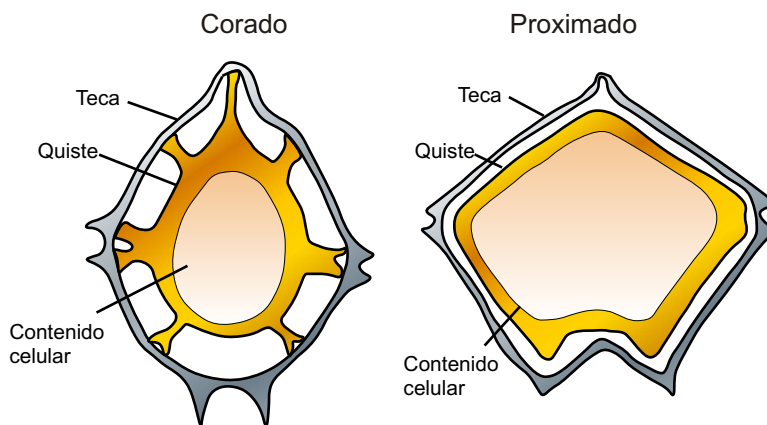


Figura 5. Posición relativa del quiste y la teca en un dinoflagelado. Modificado de Bignot, 1988

5.3 Paratabulación

La paratabulación es una de las principales características morfológicas de los quistes, hace referencia al número y arreglo de las paraplasas en el quiste. La paratabulación junto con el arqueópilo son los criterios más importante para reconocer géneros y especies en los

dinoflagelados fósiles. Existen diversos sistemas para la numeración de las placas y paraplacas; en el sistema de Kofoid (1907, 1909) las series o ciclos de placas, apical, precingular, postcingular, y antapical, se designan mediante comillas: n', n'', n''' y n'''. En cada serie, las placas se numeran de 1 a n, a partir del sulco, en sentido contrario al del movimiento de las agujas del reloj, en posición apical.

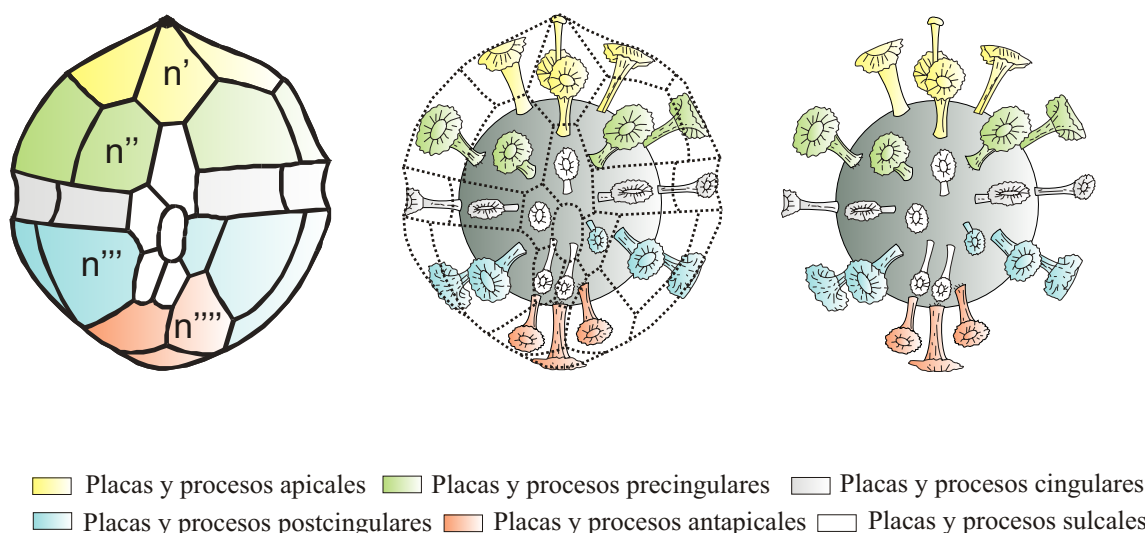


Figura 6. Tabulación de un quiste corado. Modificado de Evitt (1985).

Los elementos locales de la estructura de la pared del quiste (procesos), pueden estar distribuidos de diferentes maneras. Una distribución que no proporciona ninguna indicación de la paratabulación se denomina no tabular; una distribución tabular indica la paratabulación y se dice que es parasutural cuando enfatiza las uniones entre las paraplacas o intratabular, si resalta las porciones centrales de las paraplacas. Si el diámetro basal de un rasgo intratabular abarca gran parte del área de la paraplaca se denomina penitabular.

5.4 El Arquópilo

El arqueópilo, una característica que la mayoría de los autores han considerado como única del quiste (Evitt, 1985), es la abertura por la que la célula sale al exterior cuando termina el periodo de enquistamiento, es un caracter constante y de importancia sistemática. Tiene contorno poligonal correspondiendo a una o varias paraplacas (Figura 8); está provisto de un opérculo, que puede desprenderse o quedar parcialmente adherido al quiste después de su apertura.

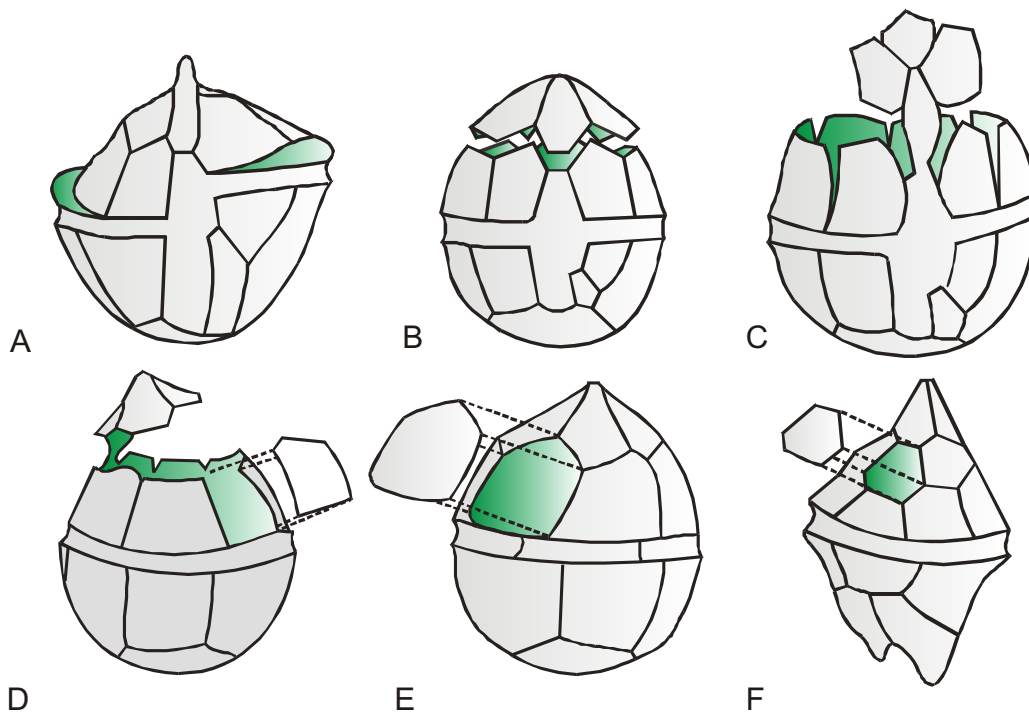


Figura 7. Diferentes tipos de arqueópilos. A. Arqueópilo epiquistal con opérculo adnado ventralmente B. Arqueópilo apical, incluyendo la remoción de todas las paraplacas apicales. C. Arqueópilo que involucra cuatro placas apicales adnado ventralmente; con suturas accesorias entre las placas pre-cingulares D. Arqueópilo similar al que se muestra en C pero con la remoción adicional de una paraplaca precingular (arqueópilo combinado). E. Arqueópilo precingular simple. F. Arqueópilo intercalario simple. (Modificado de Fensome *et al.*, 1996)

Un arqueopilo puede involucrar una o más paraplacas de una sola serie y por lo tanto puede constituir un arqueópilo apical, intercalario, precingular, o cingular; o puede involucrar paraplacas de dos o más series y constituir un arqueopilo combinado. Un arqueopilo combinado que involucre todas las placas del epiquiste se denomina epicistal.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

El material palinológico se tomó de muestras de afloramiento recolectadas por GEMS LTDA. (2005) en la sección estratigráfica Arroyo Alférez. Cuarenta y un muestras del intervalo comprendido entre 614 y 1935 metros (ver Anexo 1), fueron analizadas para su contenido de dinoflagelados.

Las muestras palinológicas se prepararon utilizando el método estándar de sumergir los sedimentos en ácido clorhídrico (HCL) y ácido fluorhídrico (HF) para disolver carbonatos y silicatos y extraer la fracción orgánica de la muestra (Traverse, 1988). Posteriormente la fracción orgánica fue filtrada en tamiz de 21 μm y se montó en un cubreobjetos de vidrio utilizando gelatina glicerizada.

Los dinoflagelados se describieron morfológicamente bajo un objetivo de inmersión en aceite de 100x, en un microscopio de luz transmitida ZEISS Axiostar Plus ubicado en dependencias del área de Bioestratigrafía del Instituto Colombiano del Petróleo de ECOPETROL S.A. Todos los dinoflagelados encontrados fueron referenciados en coordenadas internacionales *England Finder* (Anexo 2). Las asignaciones taxonómicas se realizaron consultando publicaciones, descripciones originales de cada especie y bases de datos. La revisión bibliográfica y taxonómica se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Centro de Paleoecología y Arqueología CTPA. Los dinoflagelados identificables fueron asignados a nivel específico y cuando esto no fue posible (debido a mala preservación o complejidad morfológica) fueron designados a nivel de género o designados como dinoflagelados indeterminados.

La información obtenida en este proyecto (descripciones, comparaciones, fotografías, medidas y ubicación de todos los morfotipos encontrados) se recopiló en una base de datos creada con el programa *FileMaker Pro 8.0 v1* (© 1984-2005 *FileMaker Inc.*) a partir del esquema principal de la base de datos “*Palynomorphs*” (Jaramillo & Rueda, 2007).

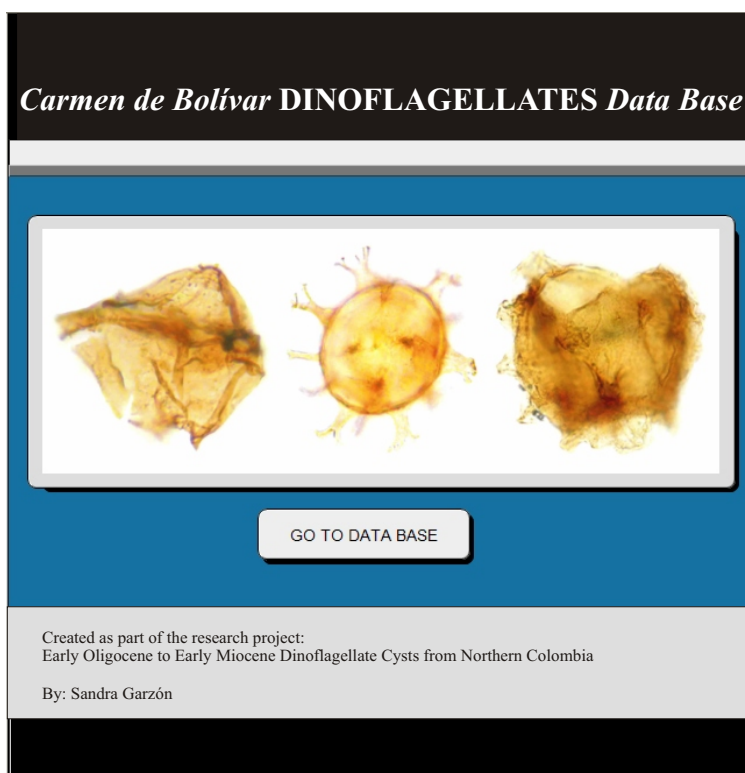


Figura 8. Vista del menú inicial de la base de datos “Carmen de Bolívar Dinoflagellates data base”

La base de datos está formada por 7 presentaciones, *shape*, *wall*, *paratabulation*, *comparisons*, *photographs*, *measurements* y *location*. La presentación *shape* hace referencia a la forma del quiste, medidas promedio en vista dorso ventral y/o apical antapical, compresión primaria y ubicación de los cuernos en el caso de los peridinoides. En la presentación *wall*, se mencionan las características principales de la pared del quiste, capas, relieve superficial y distribución del relieve. La presentación *paratabulation* se refiere a las características del quiste que pueden indicar la paratabulación como el paracíngulo, parasulco y arqueópilo. En la presentación *comparisons* se muestra la descripción morfológica del quiste y los comentarios taxonómicos. En la presentación

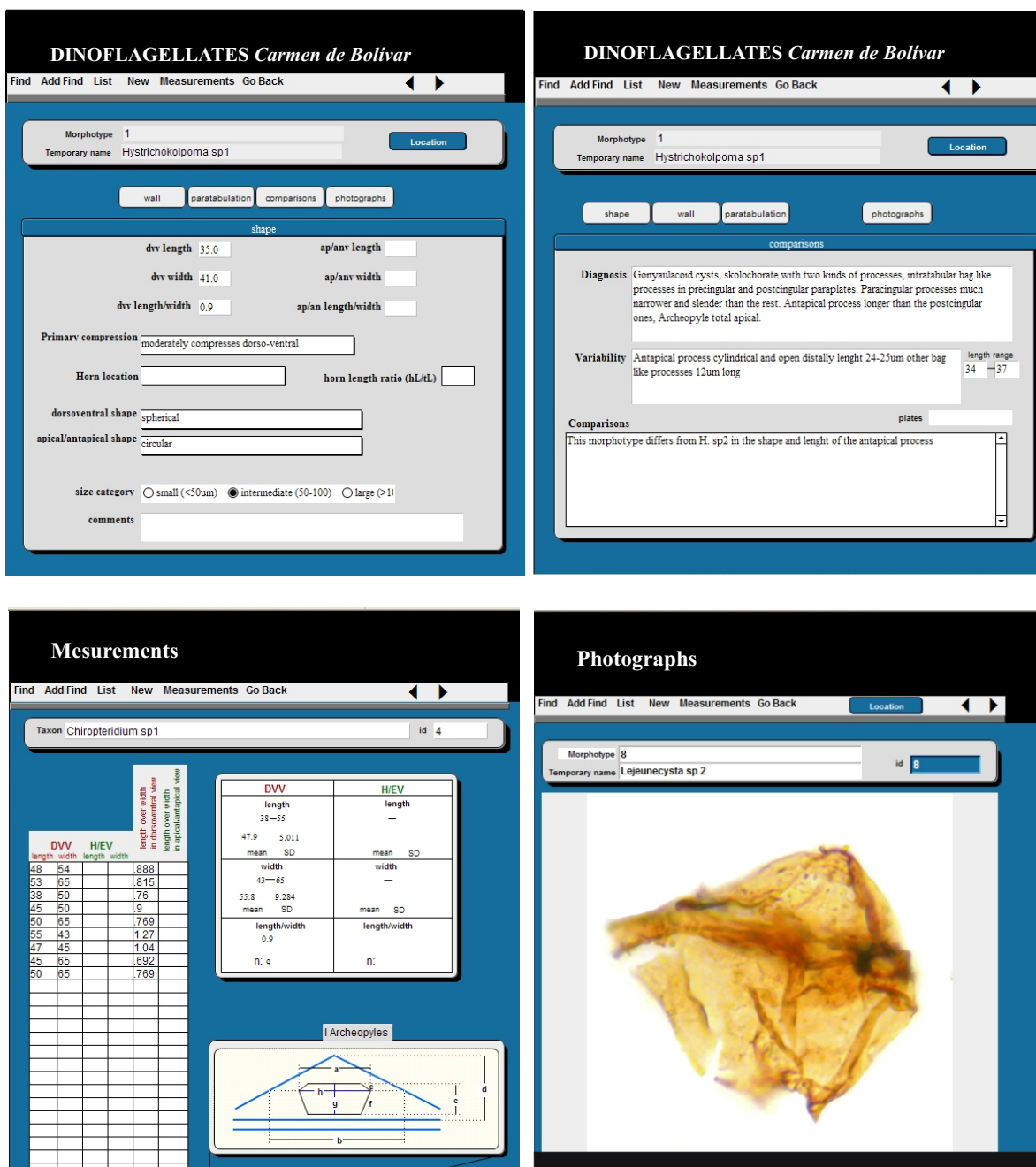


Figura 9. Vista de las presentaciones *shape*, *comparisons*, *measurements* y *photographs*

photographs se registran las fotografías y esquemas de todos los quistes descritos. En *measurements* se encuentran las medidas de todos los especímenes encontrados en vista dorso ventral y apical antapical y sus promedios. Por último, en la presentación *location* se registra el número de la muestra y la coordenada England Finder de todos los especímenes de cada morfotipo encontrados.

7. RESULTADOS

7.1 Identificación taxonómica

Todos los taxa encontrados se listan a continuación, alfabéticamente según su género. Las citas taxonómicas se hacen de acuerdo con Fensome y Williams (2004). La terminología morfológica utilizada es la propuesta por Evitt (1985), Williams *et al.* (2000), y Fensome & Williams (2005). Las definiciones de los términos utilizados en esta sección se presentan en el anexo 4.

Los taxa designados con un número (por ejemplo: Spiniferites sp. 1), constituyen morfotipos distintivos que no son identificados a nivel específico por razones de mala preservación o complejidad morfológica.

División DINOFLAGELLATA (Bütschli 1885) Fensome et al. 1993

Subdivisión DINOKARYOTA Fensome et al. 1993

Clase DINOPHYCEAE Pascher 1914

Subclase PERIDINIPHYCIDAE Fensome et al. 1993

Morfotipo 1

Cleistosphaeridium diversispinosum (Davey *et al.*, 1966)

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo subsférico, con numerosos procesos sólidos, no tabulares, distalmente cerrados. La punta de los procesos es variable, algunos son dolobrados (en forma de hoz) y otros son licrados (forma de hoz con el margen aserrado). Arqueópilo apical, A (1-4').

Comentarios:

Este taxón se asigna a *Cleistosphaeridium diversispinosum* por la forma de los procesos, aunque esta característica no es fácilmente observable en la mayoría de los especímenes analizados debido

Dimensiones: Largo: 35 μm , Ancho: 45 μm (Promedio en vista dorso/ventral, 15 especímenes medidos)

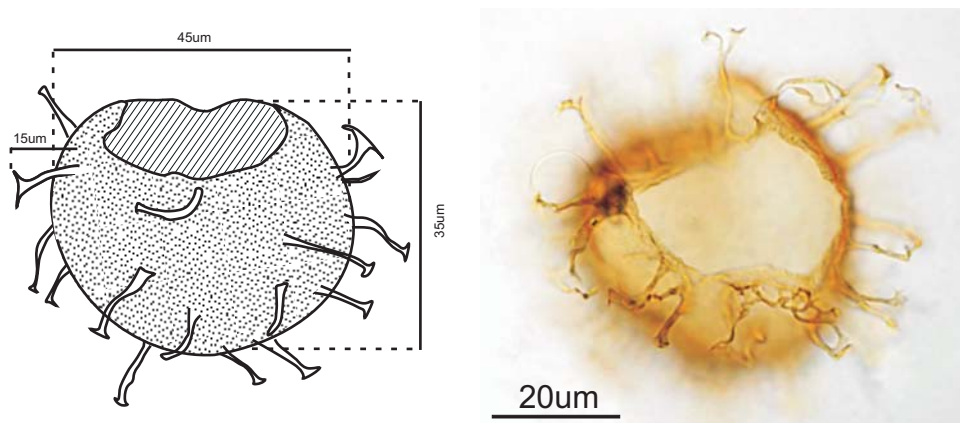


Figura 10. Esquema y microfotografía de *Cleistosphaeridium diversispinosum*

Morfotipo 2

Chiropteridium sp 1

Descripción morfológica:

Quiste marginado, cuerpo lenticular, dos capas, endofragma forma el cuerpo del quiste y perifragma forma membranas divididas distalmente por incisiones, dos membranas en el ámbito del quiste y una en la superficie dorsal, alineadas longitudinalmente y procesos delgados no tabulares en la superficie dorsal. Arqueópilo apical. A (1-4')

Dimensiones: Largo: 35 μm , Ancho: 58 μm (Promedio en vista dorso/ventral, 7 especímenes medidos)

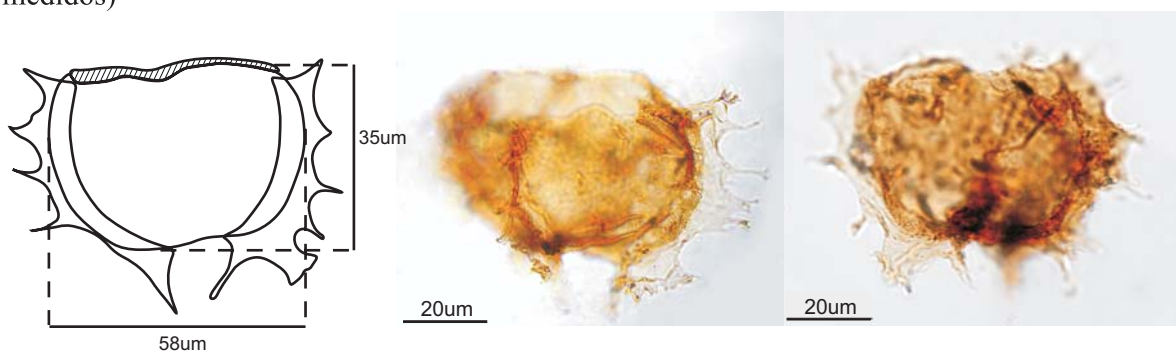


Figura 11. Esquema y microfotografía de *Chiropteridium* sp 1

Morfotipo 3

Chiropteridium sp 2

Quiste marginado, cuerpo subesférico, dos capas, endofragma forma el cuerpo del quiste y perifragma forma membranas dalineadas longitudinalmente en el ámbito del quiste, divididas distalmente por incisiones profundas. Arqueópilo apical. A(1-4')

Comentarios:

Este taxón difiere de *Chiropteridium* sp 1 en la forma del cuerpo central, *C. sp 2* es subesférico, además, los procesos membranosos son mas regulares que en *C. sp 1*, las incisiones son mas profundas y forman estructuras triangulares.

Dimensiones: Largo: 51 μm , Ancho: 62 μm (Promedio en vista dorso/ventral, 3 especímenes

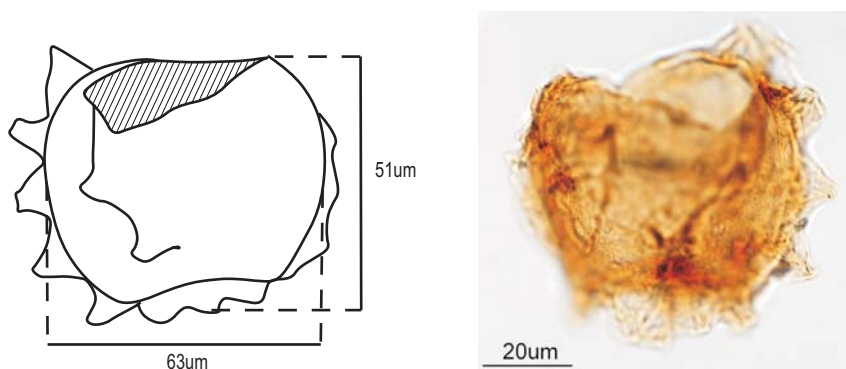


Figura 12. Esquema y microfotografía de *Chiropteridium* sp 2

Morfotipo 3

Chiropteridium sp 3

Descripción morfológica:

Quiste marginado, cuerpo esférico, dos capas, endofragma forma el cuerpo del quiste y Perifragma forma dos membranas divididas distalmente por incisiones, alineadas, longitudinalmente en el ámbito del quiste. Arqueópilo apical, A(1-4').

Dimensiones: Largo: 35 μm , Ancho: 58 μm (Promedio en vista dorso/ventral, 7 especímenes medidos)

Comentarios:

Este taxón difiere de *C. sp 1* en la forma del cuerpo central, *C. sp 3* es subesférico, además, los procesos membranosos son mas irregulares que en *C. sp 1* y *C. sp 2*, las membranas son mas largas y las insicciones distales son menos profundas que en las otras dos especies.

Dimensiones: Largo: 55 μm , Ancho: 56 μm (En vista dorso/ventral, 1 espécimen medido)

Longitud de las membranas: 20 μm

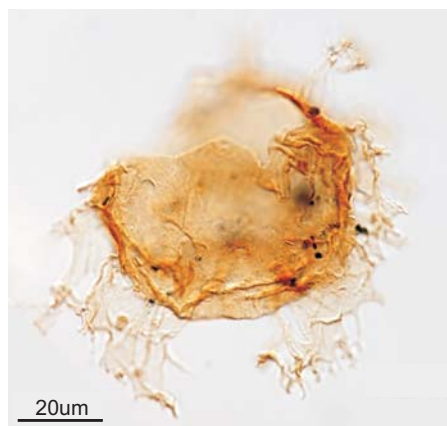
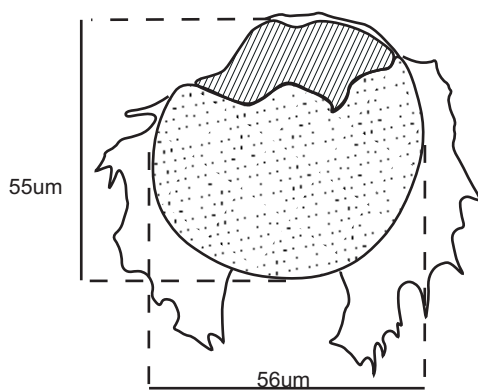


Figura 13. Esquema y microfotografía de *Chiropteridium sp 3*

Morfotipo 8

Homotryblium floripes breviradiatum (Deflandre & Cookson, 1955), Stover (1975)

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo subesférico, dos capas, endofragma forma el cuerpo del quiste, perifragma forma los procesos, el perifragma está muy unido al endofragma en la superficie central del quiste excepto en las bases de los procesos, los procesos son intratabulares, tubiformes, huecos, distalmente abiertos, con puntas ramificadas, usualmente cuatro ramificaciones en cada proceso. Arqueópilo epicistal, $A(1')+(3A2-4')+6P(1-6'')$.

Comentarios: Este taxón se asigna a *H. floripes breviradiatum* por el tamaño de los procesos (Menor a 15 μm).

Dimensiones: Largo: 48 μm , Ancho: 48 μm (Promedio en vista apical/antapical, 2 especímenes medidos).

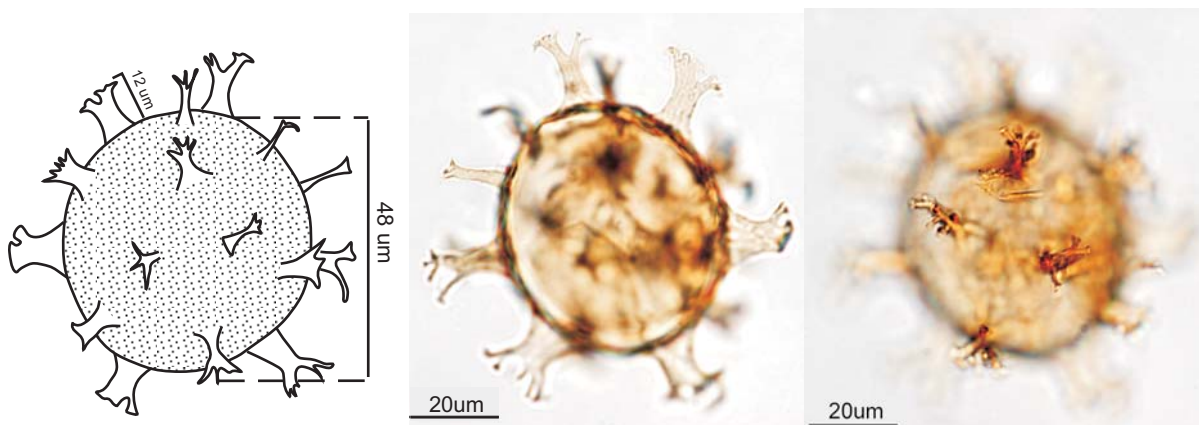


Figura 14. Esquema y microfotografía de *Homotryblium floripes breviradiatum*

Morfotipo 9

Homotryblium floripes (Deflandre & Cookson, 1955), Stover (1975)

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo subsférico, dos capas, endofragma forma el cuerpo del quiste, perifragma forma los procesos, el perifragma está muy unido al endofragma en la superficie central del quiste excepto en las bases de los procesos, los procesos son intratabulares, tubiformes, huecos, distalmente abiertos, con puntas ramificadas, usualmente cuatro ramificaciones en cada proceso. Arqueópilo epicistal, $A(1')+(3A2-4')+6P(1-6'')$.

Comentarios:

Este taxón difiere de *Homotryblium floripes brviradiatum* en la longitud de los procesos: son mucho mas largos en *H. floripes* (de 15 a 20 μm).

Dimensiones: Largo: 48 μm , Ancho: 53 μm (Promedio en vista apical/antapical, 12 especímenes medidos)

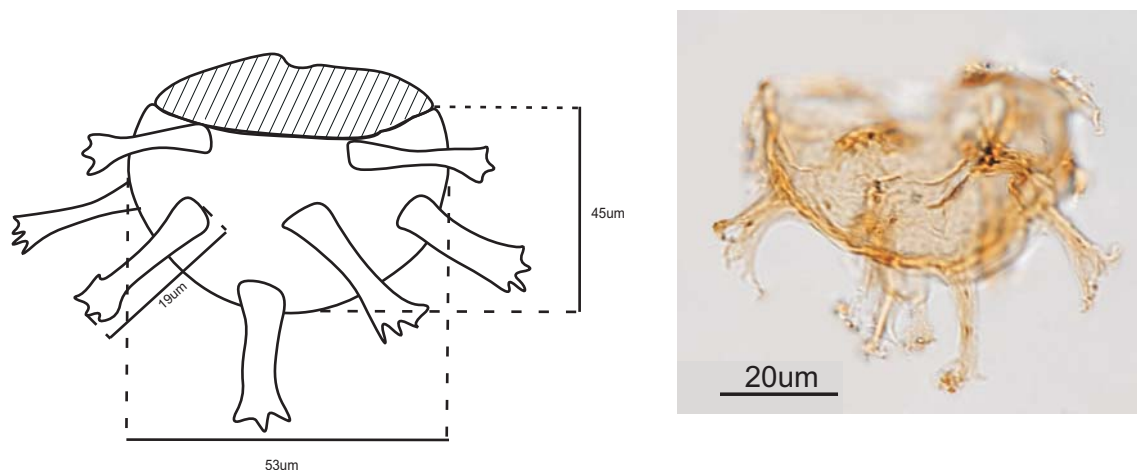


Figura 15. Esquema y microfotografía de *Homotryblium floripes*

Morfotipo6

Hystrichokolpoma rigaudiae (Deflandre & Cookson, 1955), Klumpp (1953)

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo subsférico, compresión primaria dorsoventral, dos capas, endofragma forma cuerpo central del quiste, perifragma forma dos tipos de procesos. Procesos penitabulares, tubulares, cóncavos hacia adentro, abiertos distalmente, en las paraplacas precingulares y postcingulares, y procesos intratabulares, cortos, delgados y acuminados en las placas paracingulares y parasulcales. El proceso antapical es subcónico y de mayor tamaño que los demás. Arqueópilo apical, A(1-4').

Comentarios:

Este taxón se asigna a *Hystrichokolpoma rigaudiae* porque presenta la forma de cóncava hacia adentro de los procesos de las paraplacas precingulares y postcingulares, característica de esta especie.

Dimensiones: Largo: 40 μ m, Ancho: 44 μ m (Promedio en vista dorso/ventral, 2 especímenes medidos)

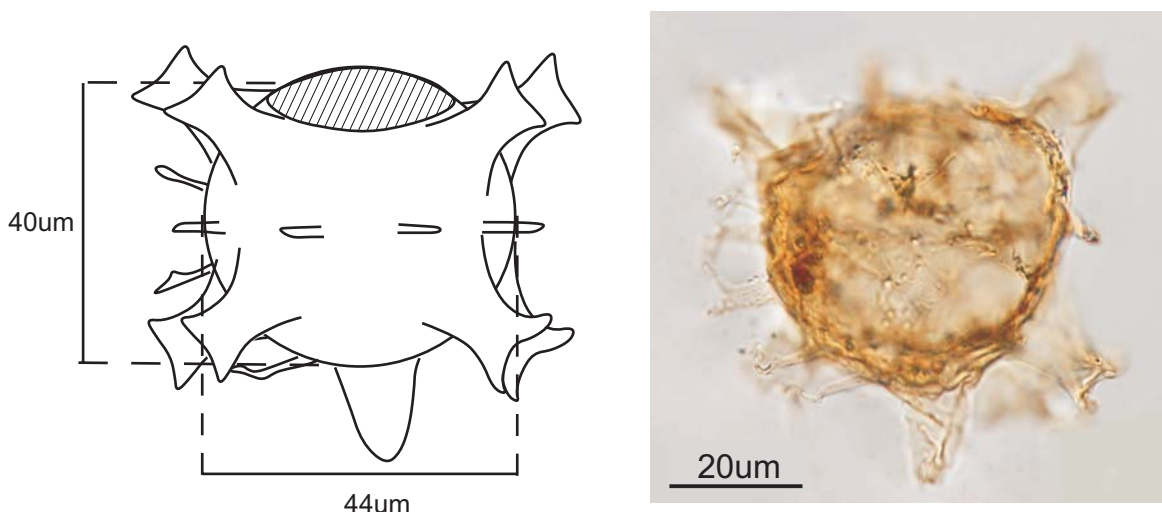


Figura 16. Esquema y microfotografía de *Hystrichokolpoma rigaudiae*

Morfotipo 5

Hystrichokolpoma sp 1

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo subsférico, compresión primaria dorso ventral, con dos tipos de procesos. Procesos penitabulares, amplios, con bases cuadradas, que se hacen mas delgados hacia las puntas y distalmente cerrados, en las paraplasas precingulares y postcingulares, y procesos intratabulares, cortos, delgados y acuminados en las placas paracingulares y parasulcales. El proceso antapical es subcónico y de mayor tamaño que los demás. Arqueópilo apical, A (1-4').

Comentarios:

Este taxón difiere de *H. rigaudiae* en la forma y terminación de los procesos, en *H. sp1* los procesos son cóncavos hacia afuera y distalmente cerrados.

Dimensiones: Largo: 41 μ m, Ancho: 43 μ m (Promedio en vista dorso/ventral, 7 especímenes)

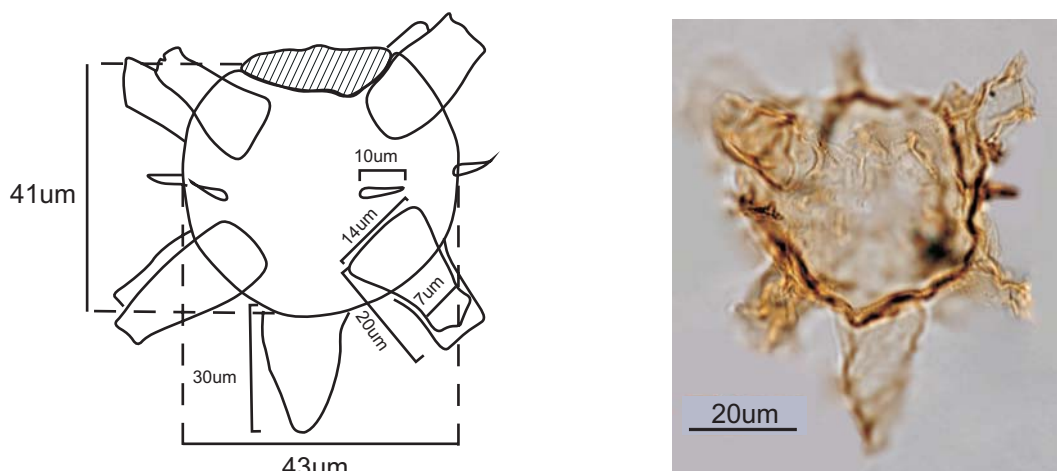


Figura 17. Esquema y microfotografía de *Hystrichokolpoma* sp 1

Morfotipo6

Hstrichokolpoma sp 2

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo subsférico, compresión primaria apical antapical, dos capas, endofragma forma cuerpo central del quiste, perifragma forma dos tipos de procesos. Procesos penitablares, cilíndricos, abiertos distamente, en las paraplacas precingulares y postcingulares, y procesos intratabulares, delgados y capitados en las placas paracingulares y parasulcales. El proceso antapical es subcónico y de mayor tamaño que los demás. Arqueópilo apical, A (1-4').

Comentarios:

Este taxón difiere de *H. sp 1* y *H. rigaudiae*, en la forma de los procesos paracingulares y parasulcales, en *H. sp 2* éstos son mucho mas largos y gruesos. Además, la compresión primaria es apical antapical.

Dimensiones: Largo: 45 µm, Ancho: 43 µm (Promedio en vista dorso/ventral, 3 especímenes medidos)

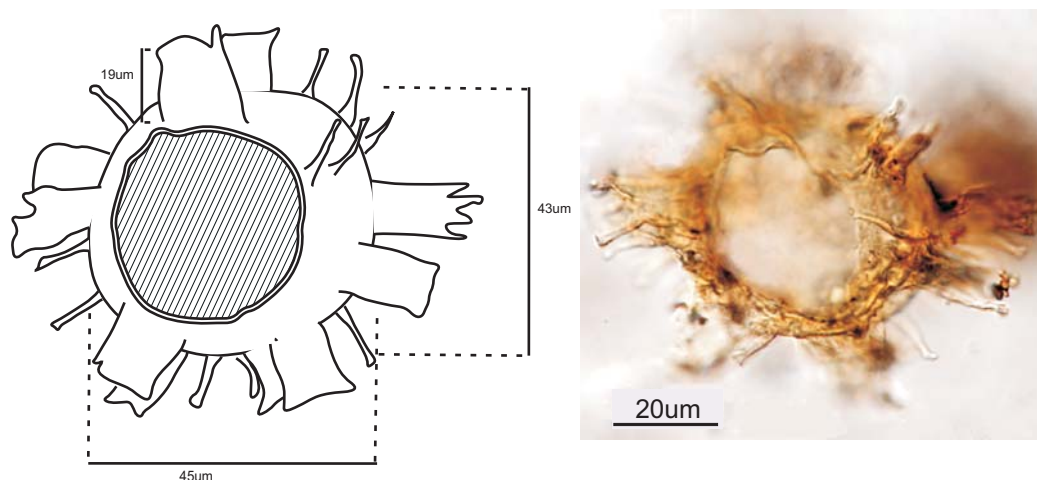


Figura 18. Esquema y microfotografía de *Hystrichokolpoma* sp 2

Morfotipo 11

Lejeunecysta sp 1

Descripción morfológica:

Quiste proximado, pentagonal, con una proyección apical y dos cuernos antapicales, autofragma liso, delgado, de color amarillo claro. Paracíngulo indicado. Arqueópilo intercalar. I_{2a}

Comentarios:

Este taxón difiere de las otras especies de *Lejeunecysta* encontradas, en la estructura del autofragma, éste es liso, de color claro y mucho más delgado en *L.* sp 1.

Dimensiones: Largo: 59 µm, Ancho: 63 µm (En vista dorso/ventral, 1 espécimen medido)

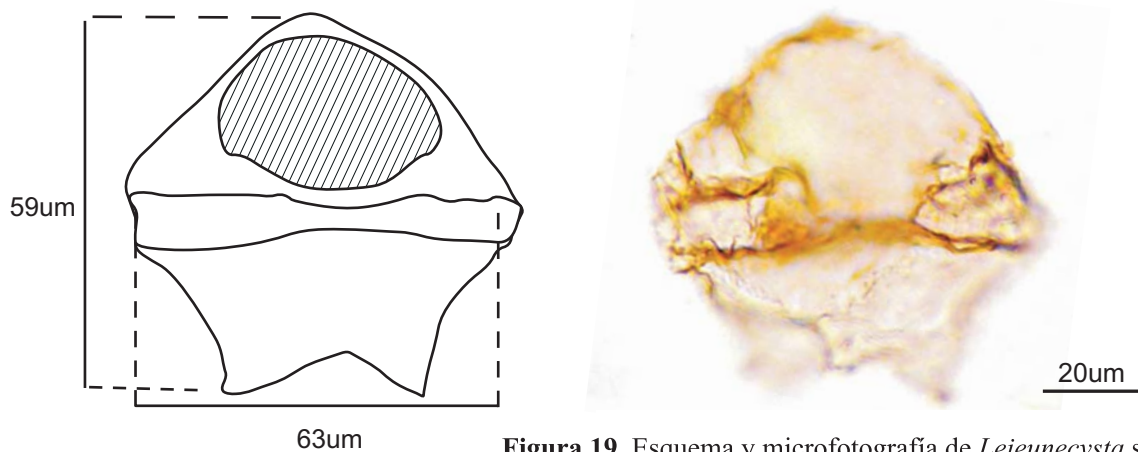


Figura 19. Esquema y microfotografía de *Lejeunecysta* sp 1

Morfotipo 12

Lejeunecysta sp 2

Descripción morfológica:

Quiste proximado, cuerpo pentagonal, con una proyección apical y dos cuernos antapicales, autofragma grueso, de color café oscuro, ornamentado con pequeñas estructuras de bajo relieve, dispuestas de forma aleatoria. Paracíngulo indicado, arqueópilo intercalar, I2a.

Comentarios:

Este taxón difiere de *Lejeunecysta* sp 1 en el tamaño de los cuernos antapicales, y en el color y relieve del autofragma.

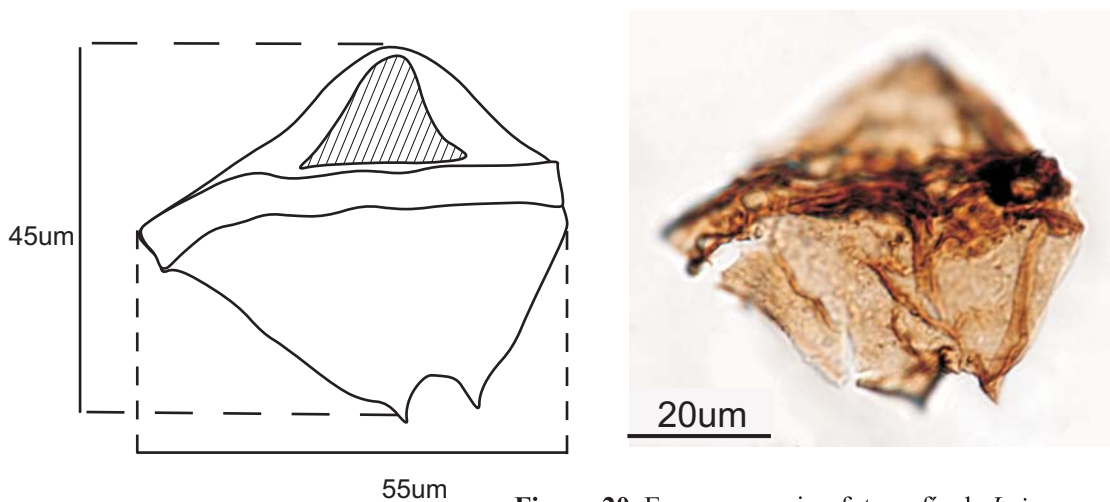


Figura 20. Esquema y microfotografía de *Lejeunecysta* sp 2

Morfotipo 13

Lejeunecysta sp 3

Descripción morfológica:

Quiste proximado, cuerpo pentagonal, con una proyección apical y dos cuernos antapicales pobremente desarrollados, autofragma liso, grueso, de color café oscuro. Paracíngulo grueso, Indicado. Arqueópilo intercalar, I2a.

Dimensiones: Largo: 80 μ m, Ancho: 48 μ m (En vista dorso/ventral, 1 espécimen medido)

Comentarios:

Este taxón difiere de *L. sp 1* en las características del autofragma, de color café oscuro y mucho mas grueso en *L. sp 3*, y difiere de *L. sp 2* en la forma de los cuernos antapicales, muy pobremente desarrollados en *L. sp 3*, el paracingulo es mucho mas grueso y tiene forma lobular.

Dimensiones: Largo: 48 μm , Ancho: 80 μm (Promedio en vista dorso/ventral, 1 espécimen medido)

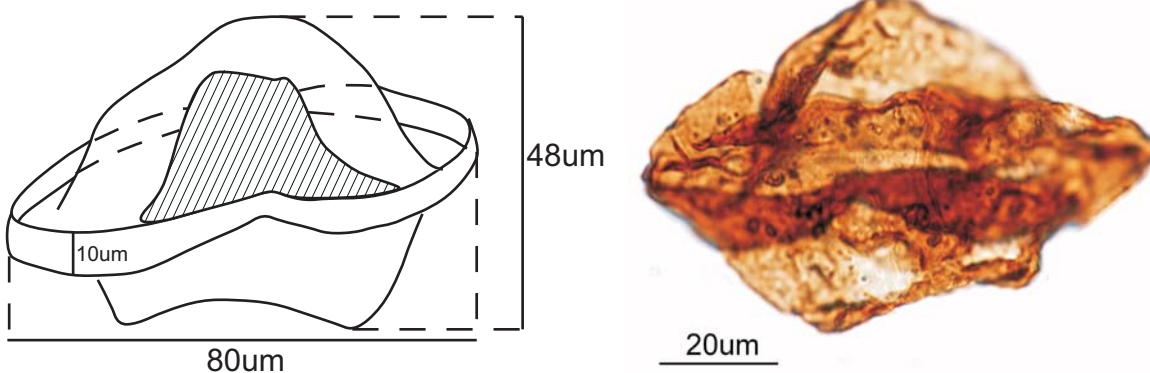


Figura 21. Esquema y microfotografía de *Lejeunecysta sp 3*

Morfotipo 10

Lejeunecysta sp 4

Descripción morfológica:

Quiste proximado, cuerpo pentagonal, epiquiste cónico, hipoquiste con dos cuernos antapicales bien desarrollados, mucho más pequeño que el epiquiste, autofragma liso, paracingulo grueso y prominente, en forma de disco. Arqueópilo intercalar, I2a

Comentarios:

Este taxón difiere de las otras especies de *lejeunecysta* en la asimetría entre el epiquiste y el hipoquiste. *L. sp 4* tiene el epiquiste notablemente mas grande que el hipoquiste.

Dimensiones : Largo: 45 μm , Ancho: 55 μm (En vista dorso/ventral, 1 espécimen medido)

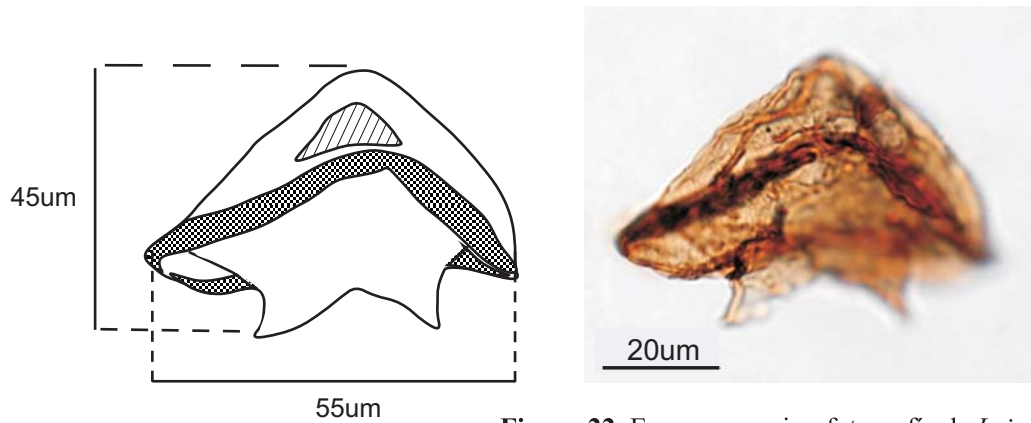


Figura 22. Esquema y microfotografía de *Lejeunecysta* sp 4

Morfotipo 14

Lingulodinium macherophorum (Deflandre & Cookson 1955), Wall (1967)

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo elipsoidal, acavado. Dos capas, endofragma forma cuerpo central del quiste y perifragma forma numerosos procesos no tabulares, huecos, acuminados y cerrados distalmente; endofragma y perifragma unidos entre los procesos, .Arqueópilo precingular, P3”.

Comentarios:

Este taxón se asigna a *Lingulodinium macherophorum* por la forma característica de los procesos.

Dimensiones: Largo: 43 μm , Ancho: 31 μm (Promedio en vista dorso/ventral 5

Especímenes medidos)

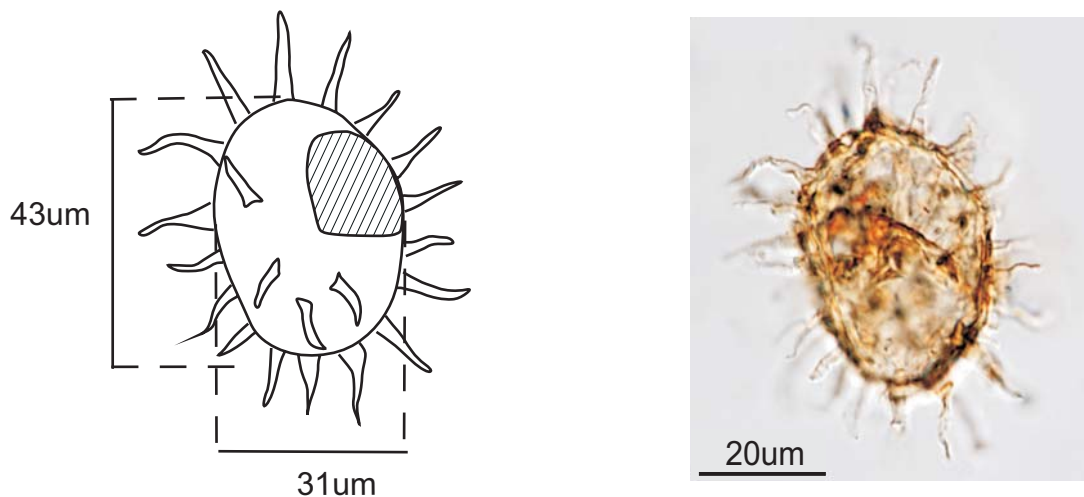


Figura 23. Esquema y microfotografía de *Lingulodinium macherophorum*

Morfotipo 15

Operculodinium centrocarpum (Deflandre & Cookson 1955), Wall (1967)

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo subsférico, acavado. Dos capas, endofragma forma cuerpo central del quiste, perifragma microreticulado forma procesos no tabulares, capitados, huecos y distalmente cerrados, perifragma y endofragma unidos entre los procesos. Arqueópilo precingular P3''.

Este taxón se asigna a *O. centrocarpum* por la forma característica de los procesos.

Dimensiones: Largo 38 μm , Ancho 37 μm (promedio en vista dorso/ventral, especímenes 14 Medidos)

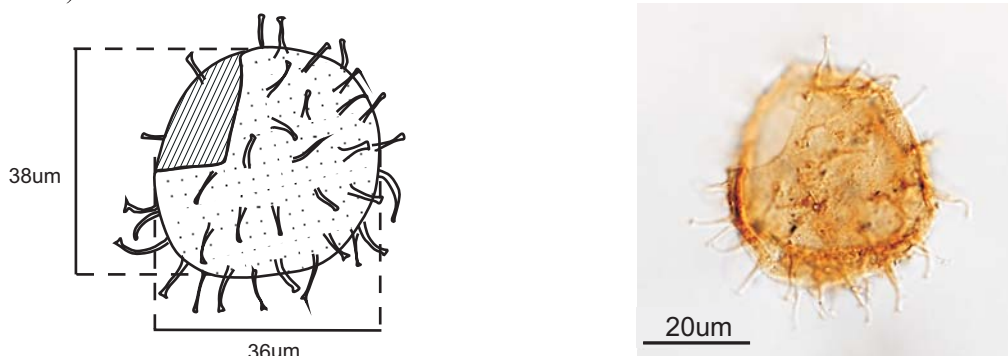


Figura 24. Esquema y microfotografía de *Operculodinium centrocarpum*

Morfotipo 16

Polysphaeridium zoharyi (Rossignol, 1962), Bujak *et al.* (1980)

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo subsférico, acavado. Dos capas, endofragma forma cuerpo central del quiste, perifragma forma procesos no tabulares, huecos, capitados, distalmente abiertos. endofragma y perifragma unidos entre los procesos. Arqueópilo epicistal. A(1')+(3A2-4')+6P(1-6'')

Comentarios:

Este taxón se asigna a *P. zoharyi* por la forma de los procesos característica de esta especie.

Dimensiones: Largo: 29 μm , Ancho: 45 μm (Promedio en vista dorso/ventral, 5 especímenes

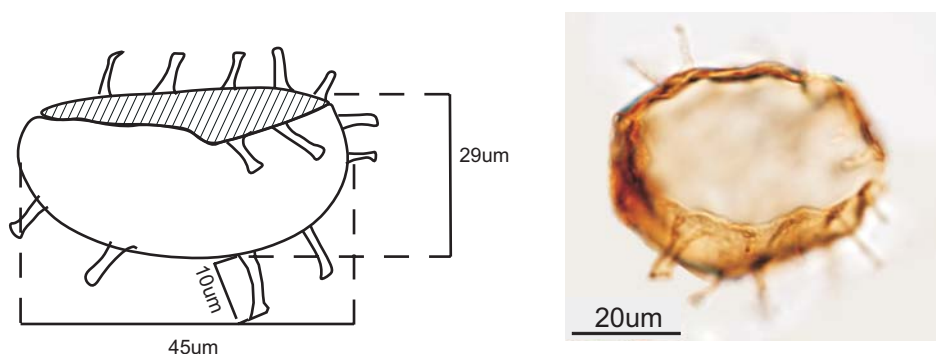


Figura 25. Esquema y microfotografía de *Polysphaeridium zoharyi*

Morfotipo 18

Selenopemphix nephroides Benedek (1972)

Descripción morfológica:

Quiste proximado, ámbito elíptico, en vista apical antapical, con una insinción en la superficie ventral que denota la posición del parasulco. Compresión apical antapical, con un cuerno apical y dos cuernos antapicales, autofragma liso, paracángulo grueso indicado. Arqueópilo Intercalar, I2a.

Comentarios:

Se asigna el nombre *Selenopemphix nephroides* dado que las características principales de esta especie son reconocibles en este espécimen: compresión primaria apical-antapical y arqueópilo desplazado hacia la derecha de la línea media del quiste.

Dimensiones: Largo: 50 μm , Ancho: 64 μm (Promedio en vista dorso/ventral, 1 espécimen medido)

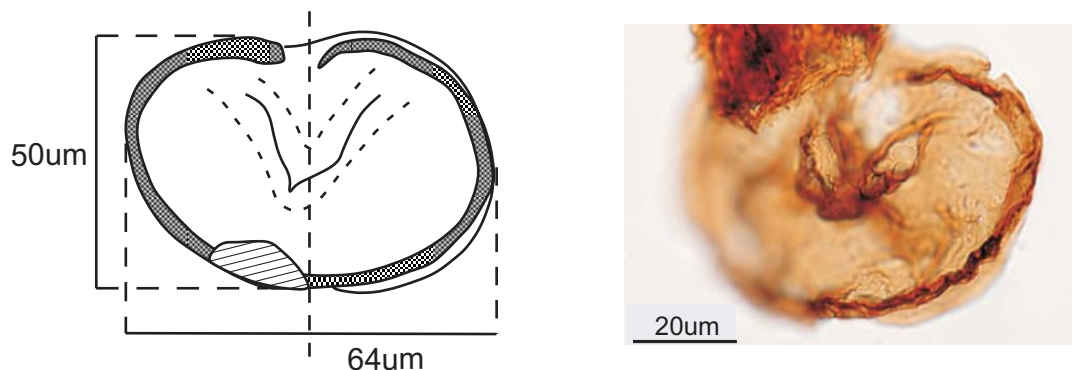


Figura 26. Esquema y microfotografía de *Selenopemphix nephroides*

Morfotipo 17

Spiniferites sp 1

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo subsférico, dos capas, endofragma forma cuerpo central del quiste, perifragma forma procesos delgados gonales e intergonales, trifurcados y bifurcados unidos en las bases por septos parasutrales delgados. Endofragma y perifragma unidos excepto en las bases de los procesos y en los septos parasutrales. Arqueópilo precingular, P3”.

Dimensiones: Largo: 45 μm , Ancho: 40 μm (Promedio en vista dorso/ventral, 12 especímenes medidos)

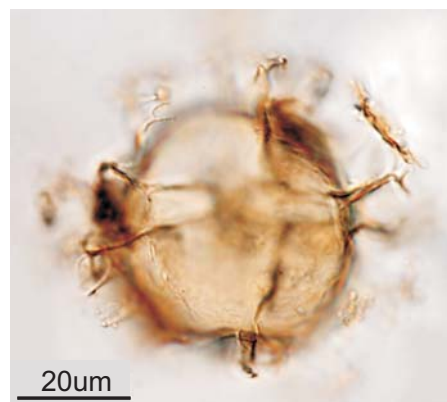
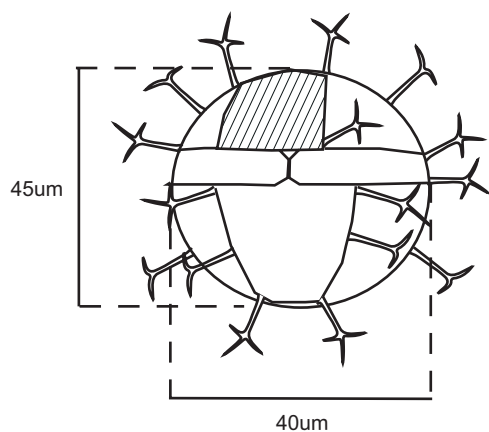


Figura 27. Esquema y microfotografía de *Spiniferites* sp 1

Morfotipo 19

Spiniferites sp 2

Descripción morfológica:

Quiste escolocorado, cuerpo subsférico, dos capas, endofragma forma cuerpo central del quiste perifragma forma procesos procesos gruesos gonales e intergonales, tubulares, distalmente abiertos, unidos en las bases por septos parasutrales gruesos. Endofragma y perifragma unidos excepto en las bases de los procesos y los septos parasturales. Arqueópilo precingular, P3”

Comentarios:

Este morfotipo difiere de *Spiniferites* sp 1 en el tamaño y la forma de los procesos y los septos

parasturales son mas gruesos, el endofragma es más grueso y de color marrón.

Dimensiones: Largo: 63 μm , Ancho: 46 μm (Promedio en vista dorso/ventral, 6 especímenes medidos)

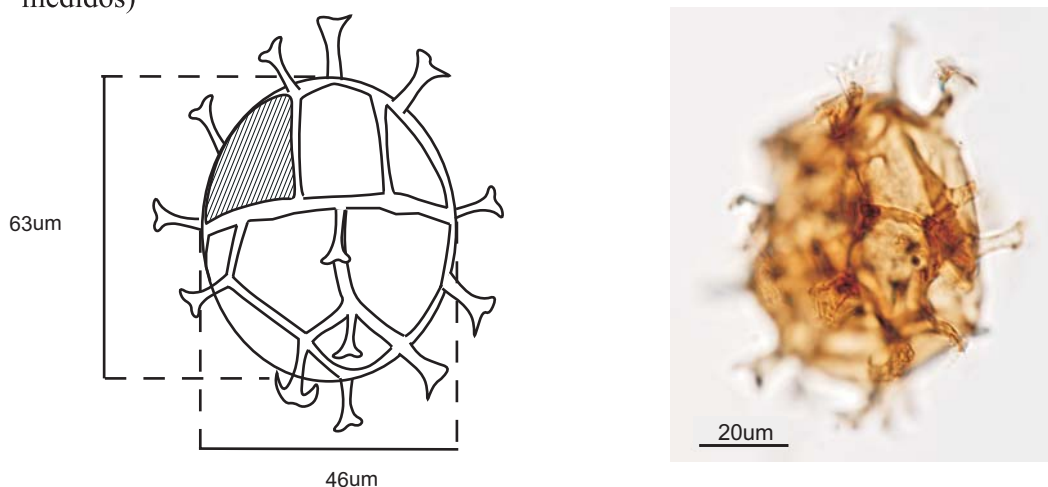


Figura 28. Esquema y microfotografía de *Spiniferites* sp 1

Morfotipo 20

Stelladinium sp 1

Descripción morfológica:

Quiste proximado, cuerpo pentagonal, autofragma liso, color marrón, con cinco cuernos bien desarrollados, uno apical, dos antapicales y dos laterales. Arqueópilo intercalar, I_{2a}

Dimensiones : Largo: 42 μm , Ancho: 26 μm (Promedio en vista dorso/ventral, 5 especímenes medidos)

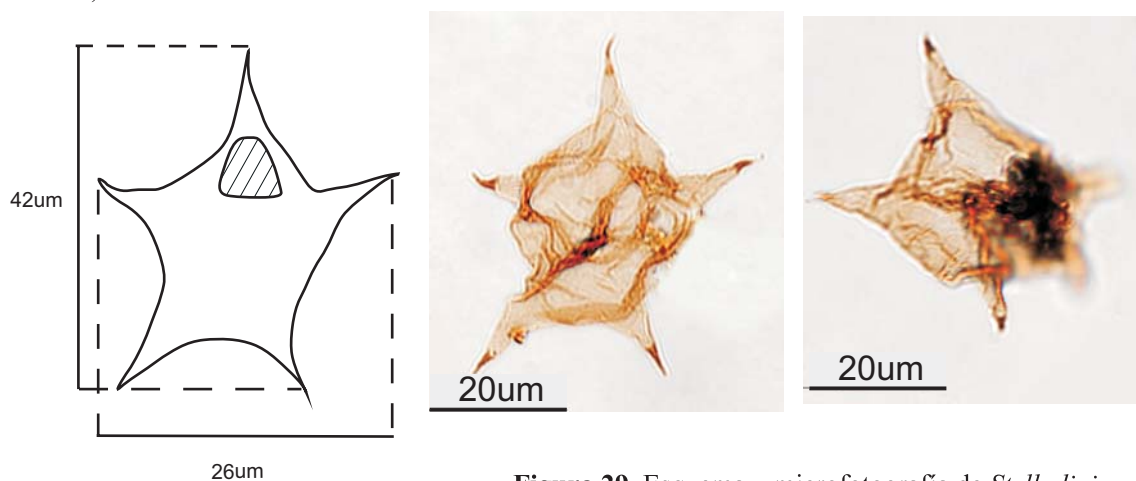


Figura 29. Esquema y microfotografía de *Stelladinium* sp 1

7.2 Distribución estratigráfica y estado de preservación de los quistes.

El recobro de dinoflagelados varía de pobre a moderado. Se contaron 428 dinoflagelados en 41 placas palinológicas, con 32 placas registrando recuentos entre 0 y 10 dinoflagelados, 5 placas con recuentos entre 11 y 40, y tan solo 4 placas con recuentos por encima de 41 dinoflagelados (ver Anexo 3). Los intervalos con el mejor recobro de dinoflagelados son los comprendidos entre 614 y 837 m y 1410 a 1590 m con una recuperación promedio de 11 y 26 dinoflagelados por placa respectivamente. La preservación de los dinoflagelados es en general mala, en los intervalos con baja recuperación y mejora cuando la recuperación es mayor, especialmente entre 1410 y 1590 m.

El intervalo comprendido entre 614 y 837 m, muestras G05-CB-262 a G05-CB-371, está caracterizado por abundancias altas (relativamente altas teniendo en cuenta el recobro promedio de las muestras) de *Lingulodinium macherophorum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* sp 1 y *Spiniferites* sp 2, también se reconocen *Cleistosphaeridium diversispinosum*, *Homotryblium floripes breviradiatum*, *Homotryblium floripes*, *Hystrichokolpoma* sp 2, *Lejeunecysta* sp 1 y *Lejeunecysta* sp 2. En este intervalo los dinoflagelados son escasos en la mayoría de las muestras con excepción de la muestra G05-CB-334.

El intervalo comprendido entre 994 y 1382 m, muestras G05-CB-394 a G05-CB-610, es totalmente estéril, con la excepción de algunos quistes pequeños (3 o 4 por placa) , mal preservados, no identificables.

El intervalo entre 1410 y 1590 m, muestras G05-CB-619 a G05-CB-679, se caracteriza por un mejor estado de preservación de los quistes, se destacan altas abundancias relativas de *Homotryblium floripes breviradiatum*, *Homotryblium floripes Hystrichokolpoma* sp 2, *Chiropteridium* sp 1 y las primeras ocurrencias de *Chiropteridium* sp 1, *Chiropteridium* sp 2, *Chiropteridium* sp 3, *Stelladinium* sp 1, *Lejeunecysta* sp 3, *Lejeunecysta* sp 4, *Hystrichokolpoma* sp 1, e *Hystrichokolpoma rigaudiae*. El recobro promedio en este intervalo es mucho mejor.

Las muestras G05-CB-693, G05-CB-700, G05-CB-708 y G05-CB-711 (1611-1935 m) no presentaron recobro de dinoflagelados.

La distribución estratigráfica de quistes de dinoflagelados en la sección Arroyo Alférez se muestra en la Figura 30.

8. DISCUSIÓN

8.1 Distribución espacio temporal de los quistes de dinoflagelados

La mayoría de los taxa descritos en este trabajo tienen un rango estratigráfico muy amplio, que en algunos casos va desde el Paleógeno hasta el reciente (por ejemplo, *Hystriochokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium macherophorum* y *Polysphaeridium zoharyi*). Sin embargo, los géneros *Homotryblium* y *Chiropteridium* de los cuales se encontraron dos y tres especies, respectivamente, son considerados importantes marcadores del límite Oligoceno-Mioceno, principalmente en latitudes altas y medias. La ocurrencia más alta del género *Homotryblium* se considera como Mioceno inferior inferior (De Vertuil & Norris, 1996). Igualmente, la ocurrencia más alta del género *Chiropteridium* se considera un marcador confiable del tope del Oligoceno (Williams, 1975, 1977; Williams & Brideaux, 1975; Bujak, 1984; Manum *et al.*, 1989; Munsterman & Brinkhuis, 2004).

Antolinez (2006) reportó por primera vez para Colombia, las ocurrencias más altas de *Homotryblium* y *Chiropteridium* en sedimentitas de edad Oligoceno superior y Mioceno inferior, respectivamente en el pozo Manatí 1, Valle Inferior del Magdalena. Aunque se han reportado registros estratigráficamente más altos de estos géneros en algunos trabajos alrededor del mundo, éstos no son confiables, como se enuncia en los apartados 8.1.1 y 8.1.2

8.1.1 Rango estratigráfico del género *Homotryblium*

Los registros Neógenos del género *Homotryblium* comprenden los taxa *Homotryblum tenuispinosum*, *Homotryblum floripes*, *Homotryblum meghalayensis*, *Homotryblum oceanicum*, *Homotryblum pallidum*, *Homotryblum plectilum* y *Homotryblum vallum*.

Homotryblum tenuispinosum has ha sido reportado en el Mioceno superior de Italia (Powell, 1986c), en el Mioceno Medio al sudoeste de Inglaterra, (Powell, 1988) y provisionalmente en el Plioceno del golfo de México (Wrenn & Kokinos, 1986). Los registros de Italia, Inglaterra y el golfo de México, fácilmente podrían representar retrabajamiento (De Vertil & Norris, 1996). También se considera que los registros de *Homotryblum oceanicum* y *Homotrblum floripes* del golfo de México, reportados por los mismos autores, reflejan retrabajamiento.

Los taxa del género *Homotryblum* más comúnmente reportados en sedimentos de edades posteriores al Oligoceno son *Homotryblum floripes* y *Homotryblum plectilum*. Stover (1977) consideró que éste ultimo evoluciona morfológicamente en *Homotryblum vallum*. Algunos autores (por ejemplo, Bujak in Bujak *et al.*, 1980) consideran a *Homotryblum plectilum* como un sinónimo “junior” de *Homotryblum floripes*.

Con el propósito de evaluar los rangos estratigráficos reportados, se trata a los tres como un complejo morfológico. Las más altas ocurrencias de este complejo han sido reportadas en el Mioceno inferior inferior de Rockall Plateau (Costa & Downie, 1979); South Carolina

(Edwards, 1986); Alemania (Heilmann-Clausen & Costa, 1989) e Italia (Powell, 1986a ; Biffi & Manum, 1988; Brinkhuis *et al.*, 1992); y en el Mioceno medio o superior de Menorca (Corradini, 1978), costa afuera Este de Canadá (Williams, 1975; Barss *et al.*, 1979), el golfo de México, (Wrenn & Kokinos, 1986), y Egipto (El Beialy, 1988).

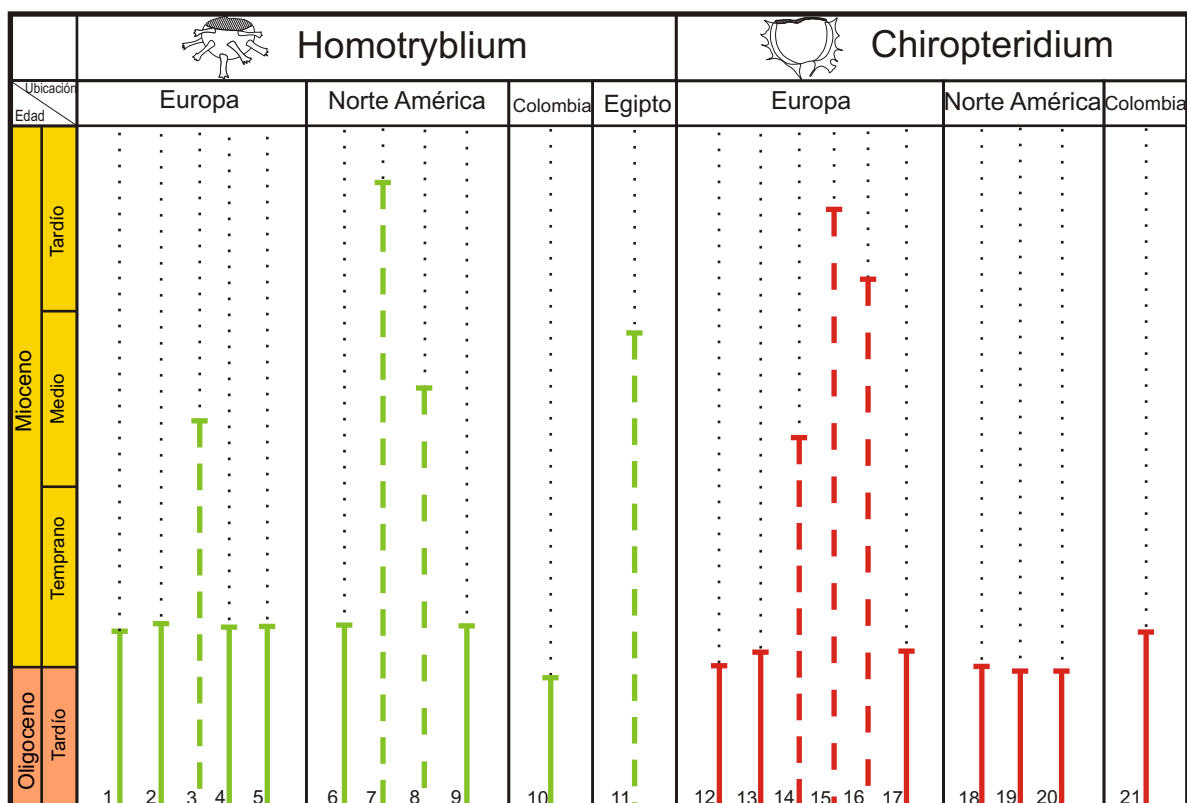
Es posible que los registros del Mioceno inferior inferior de este complejo sean estratigráficamente significativos (representen especímenes *in situ*). Sin embargo, todos los registros estratigráficamente más altos son discutibles ya sea por retrabajamiento o pobre marco bioestratigráfico. (Figura 31).

8.1.2 Rango estratigráfico del género *Chiropteridium*

La más alta ocurrencia de *Chiropteridium galea* es un indicador global del límite Oligoceno- Mioceno (Williams *et al.*, 2004). En Lentin & Williams (1993) se listan varias sinonimias para *Chiropteridium galea*, *Chiropteridium dispersum*, *Galea mespilanum*, *Chiropteridium levis*, *Membranophoridium multispinatum* y *Membranophoridium partispinatum*. Las cuales fueron tenidas en cuenta para la asignación del rango bioestratigráfico.

Al igual que *Homotryblum*, *Chiropteridium* es un taxa común o dominante en las asociaciones del Oligoceno superior y Mioceno inferior inferior del Atlántico Norte y el suroeste de Europa. Es probable que la mayoría o todos los registros estratigráficamente

más altos de *Chiropteridium galea* en estas áreas representen retrabajamiento o insuficiente control estratigráfico (De Vertuil & Norris, 1996). Esto incluye los reportes del Mioceno Medio de Alemania (Maier, 1959); Mioceno superior superior de Italia (Habib, 1971) y Mioceno superior superior de España (Jan du Chene, 1977) (Figura 31).



1. (Heilmann-Clausen & Costa, 1989) 2. (Powell, 1986a) 3. (Corradini, 1978) 4. (Biffi & Manum, 1988) 5. (Brinkhuis *et al.*, 1992) 6. (Costa & Downie, 1979) 7. (Williams, 1975; Barss *et al.*, 1979) 8. (Wrenn & Kokinos, 1986) 9. (Edwards, 1986) 10. (Antolínez, 2006) 11. (El Beialy, 1988). 12. (Bujak, 1984) 13. (Manum *et al.*, 1989) 14. (Maier, 1959) 15 (Habib, 1971) 16. (Jan du Chene, 1977). 17. (Munsterman & Brinkhuis, 2004) 18-19. (Williams, 1975, 1977) 20. (Williams & Brideaux, 1975) 21. (Antolínez, 2006).

Figura 31. Ocurrencias más altas de los géneros *Homotryblium* y *Chiropteridium* reportadas en estudios alrededor del mundo. Las líneas punteadas representan registros poco confiables (provenientes de secciones que presentan retrabajamiento o insuficiente control estratigráfico).

8.2 Modelo de edad

La sección Arroyo Alférez fue analizada previamente utilizando nanofósiles calcáreos (Mejía, 2007)¹ y foraminíferos (Duque-Caro, 2006)². Para el intervalo analizado en este trabajo, Mejía (2007) asigna una edad de Oligoceno Temprano (Rupeliense, nanozona NP22) a Mioceno Temprano (Burdigaliense, nanozona NN3). Por otra parte, Duque-Caro (2006), asigna una edad de Oligoceno Temprano (zona planctónica P20 y P19) a Oligoceno Tardío (zona planctónica P22). La muestra estratigráficamente más alta, analizada por este autor, se encuentra a 1492 m.

Estos trabajos discrepan en la ubicación de los límites Oligoceno Temprano- Oligoceno Tardío y Oligoceno Tardío - Mioceno Temprano. Según Mejía (2007), el límite Oligoceno Temprano - Oligoceno Tardío se encuentra a 1115 m (muestra G05-CB-455), mientras Duque-Caro (2006) lo ubica entre 702- 802 m (muestras G05-CB-311 y G05-CB-357).

En el presente estudio, no se encontró ninguna taxa de importancia bioestratigráfica para el límite Oligoceno Temprano - Oligoceno Tardío, por esta razón, no se hacen consideraciones respecto a las edades propuestas por los estudios antes mencionados.

Por otra parte, el límite Oligoceno Tardío - Mioceno Temprano, fue ubicado por Mejía (2007) entre 1314- 1339 m (muestras G05-CB-571 y G05-CB-586). Duque-Caro (2006)

¹ Las biozonas asignadas por Mejía (2007) siguen el esquema de Martini (1971).

² Las biozonas asignadas por Duque-Caro (2006) siguen el esquema de Bolli *et al.* (1985).

asigna una edad de Oligoceno Tardío a la muestra estratigráficamente más alta analizada (1492 m.)

En el intervalo correspondiente al Mioceno Temprano según Mejía (2007), Oligoceno Tardío según Duque-Caro (2006), se encontraron los géneros *Homotryblium* y *Chiropteridium*, los cuales tienen una gran importancia bioestratigráfica (Las ocurrencias más altas de estos géneros son consideradas marcadores confiables del límite Oligoceno-Mioceno, apartado 8.1). En este estudio, la ocurrencia más alta del género *Homotryblium* se registra a 1526 m, muestra G05-CB-653 y la ocurrencia más alta del género *Chiropteridium* se registra a 1565 m, muestra G05-CB-664.

Aunque la escasez de estudios y falta de un marco cronoestratigráfico confiable, en regiones tropicales, dificulta la asignación de edades a partir de quistes de dinoflagelados en latitudes bajas; es importante destacar que las edades reportadas para los géneros *Chiropteridium* y *Homotryblium* en latitudes altas y medias, los datos encontrados por Antolinez (2006), y los resultados de este estudio, concuerdan con las edades propuestas por Duque-Caro (2006).

Teniendo en cuenta estas evidencias, se puede inferir que el límite Oligoceno-Mioceno probablemente se encuentra estratigráficamente por encima del propuesto por Mejía (2007). (Figura 32).

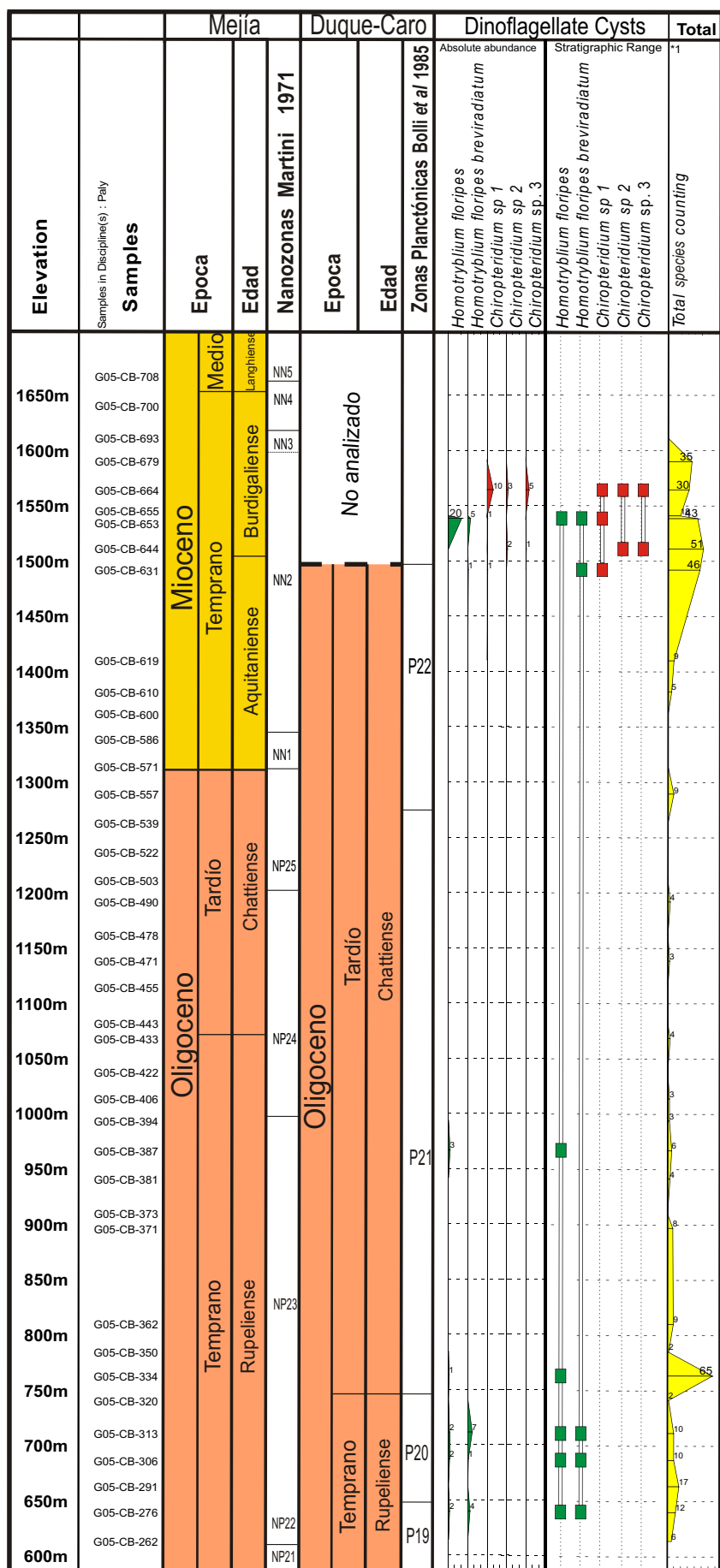


Figura 32. Cronología de la sección Arroyo Alférez, utilizando nanofósiles calcáreos y foraminíferos y rango estratigráfico de los quistes de los géneros *Homotryblum* y *Chiropteridium* encontrados en este estudio.

8.3 Paleoecología y recobro

Diferentes investigaciones (Jarvis *et al.*, 1988; Marshall and Batten, 1988; Leckie *et al.*, 1992; Pross, 2001) han indicado que cambios en la diversidad y composición de las asociaciones de quistes de dinoflagelados pueden reflejar cambios ambientales relacionados con la oxigenación.

Pross (2001) comparó el registro de quistes de dinoflagelados con datos de paleooxigenación, inferidos utilizando foraminíferos bentónicos, en una sección del Oligoceno del suroeste de Alemania, y encontró que durante periodos anóxicos la diversidad de dinoflagelados se reduce drásticamente, mientras intervalos con mayor oxigenación están caracterizados por alta diversidad de quistes de dinoflagelados. Estas correlaciones pueden explicarse a través del ciclo reproductivo de la mayoría de los dinoflagelados que producen quistes.

Como parte de su ciclo de vida sexual, los dinoflagelados móviles, que viven en la zona eufótica de la columna de agua, se enquistan. El periodo de enquistamiento dura entre semanas y meses en casi todos los dinoflagelados recientes (Pfiester & Anderson, 1987), cuando los quistes están maduros para germinar, los protoplastos se desenquistan y reascienden a la zona eufótica. Las tasas de hundimiento de los quistes, calculadas en estudios oceanográficos (Anderson *et al.*, 1985; Heiskanen, 1993) y modelamientos (Sarjeant *et al.*, 1987), han mostrado valores de aproximadamente 9 y 10-14 m por día, respectivamente. Estos valores son lo suficientemente altos para que en un ambiente batial superior, la mayoría de los quistes alcancen el lecho marino antes de completar su

periodo de enquistamiento. Las condiciones anaeróbicas inhiben completamente el desenquistamiento de la mayoría de los dinoflagelados recientes (Anderson *et al.*, 1987) y eventualmente les causa la muerte. En consecuencia, la falta de oxígeno en el suelo marino, lleva al empobrecimiento de la población de dinoflagelados que forman quistes.

Fiorini & Jaramillo (en prep.), en una interpretación paleoambiental utilizando foraminíferos bentónicos de la sección Arroyo Alferez, sugieren un ambiente anóxico en el intervalo comprendido entre 1000 y 1350 m, con base en cambios en las asociaciones de foraminíferos, incremento de foraminíferos calcáreos y aglutinantes de grano grueso en condiciones oxigenadas, e incremento de foraminíferos aglutinantes de grano fino en periodos anóxicos. Esto explicaría el muy bajo recobro de dinoflagelados en las muestras comprendidas en ese intervalo analizadas en este estudio (Figura 33).

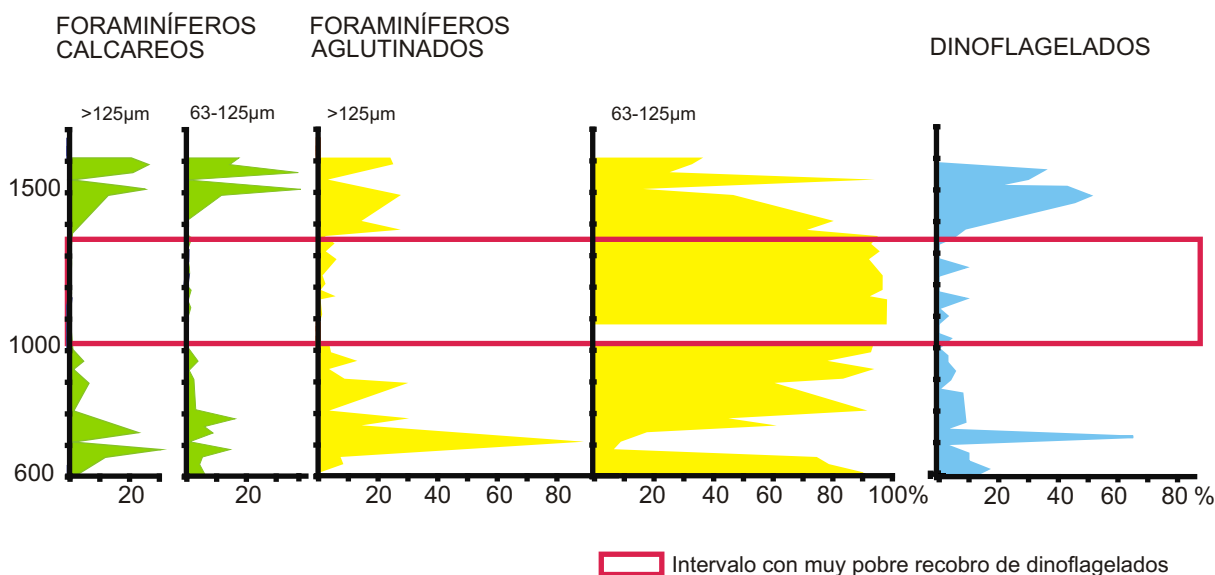


Figura 33. Relación entre abundancias de foraminíferos calcáreos, foraminíferos aglutinados y dinoflagelados Modificado de Fiorini & Jaramillo (en prep.)

9. CONCLUSIONES

Se identificaron veinte morfotipos de quistes de dinoflagelados, de los cuales se reconocieron los géneros: *Hystrichokolpoma*, *Chiropteridium*, *Cleistosphaeridium*, *Polysphaeridium*, *Operculodinium*, *Lingulodinium*, *Homotryblium*, *Stelladinium*, *Spiniferites* y *Lejeunecysta*, y las especies: *Cleistosphaeridium diversispinosum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Polysphaeridium zoharyi*, *Homotryblium floripes*, *Homotryblium floripes breviradiatum*, *Lingulodinium macherophorum*, *Selenopemphix nephroides* e *Hystrichokolpoma rigaudiae*.

Es importante destacar que las edades reportadas para los géneros *Chiropteridium* y *Homotryblium* en latitudes altas y medias, los datos encontrados por Antolinez (2006) en el pozo Manatí 1 (Cuenca del Valle Inferior del Magdalena), y los resultados de este estudio, concuerdan con las edades asignadas por Duque-Caro (2006) en la sección Arroyo Alférez. A partir de estas evidencias se concluye que el límite Oligoceno-Mioceno probablemente está estratigráficamente por encima del propuesto por Mejía (2007).

Además, se encontró una relación directa entre la abundancia de foraminíferos calcáreos, foraminíferos aglutinados de grano grueso (tamaño mayor a 125 μm) y quistes de dinoflagelados. La abundancia y distribución de quistes de dinoflagelados, disminuye considerablemente en ambientes de baja oxigenación.

Los resultados de este trabajo, revelan el gran potencial que tienen los quistes de dinoflagelados como herramienta bioestratigráfica complementaria a los foraminíferos y nanofósiles calcáreos en la asignación de edades a secuencias marinas cenozoicas del norte del país.

10. RECOMENDACIONES

Llevar a cabo otros estudios bioestratigráficos en el Noroccidente colombiano, utilizando quistes de dinoflagelados, para identificar eventos que puedan ser útiles en la correlación de secuencias a escala regional.

Realizar nuevos análisis empleando foraminíferos, nanofósiles calcáreos, quistes de dinoflagelados y herramientas no paleontológicas, para conseguir la calibración de los eventos en las asociaciones de dinoflagelados tropicales con la cronoestratigrafía global.

En futuros análisis palinoestratigráficos donde se empleen quistes de dinoflagelados, se recomienda realizar una revisión preliminar de la microfauna (específicamente, foraminíferos calcáreos y aglutinados de grano grueso) para seleccionar los puntos de muestreo más adecuados para la preparación de las placas palinológicas, con el fin de estudiar los intervalos de mayor recobro de quistes y evitar intervalos estériles.

BIBLIOGRAFÍA

Anderson, F. M., 1926. Original source of oil in Colombia. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., vol. 45, No. 5, pp. 645-665.

Anderson, D.M., Lively, J.J., Reardon, E.M., y Price, C.A., 1985. Sinking characteristics of dinoflagellate cysts. Limnology and Oceanography, vol. 30, pp. 1000-1009.

Antolínez, H., J., (2006). Bioestratigrafía de dinoflagelados del pozo Manati-1, Valle Inferior del Magdalena. ECOPETROL ICP. Informe no publicado.

Barrera, R., 2003. Geología de la plancha 43 - 43 bis san antero -San bernardo del viento escala 1:100.000. Memoria explicativa. INGEOMINAS [Online]:<<http://www.ingegominas.gov.co>>.

Barss, M. S., Bujak, J. P. y Williams, G. L., 1979. Palynological zonation and correlation of sixty-seven wells. eastern Canada. Geological Survey of Canada Paper, vol. 78-24, pp. 1-117.

Beck, E. 1921. Geology and oil resources of Colombia, the coastal plain. Econ. Geol., vol. 16, pp. 457-473.

Berggren, W.A., Lucas, S., y Aubry, M.P., 1998. Late Paleocene-Early Eocene climatic and biotic evolution: an overview. In: Aubry, M.P., Lucas, S. y Berggren, W. (Editors). Late Paleocene-Early Eocene climatic and biotic events in the marine and terrestrial records. Columbia University Press, pp. 1-17.

Bignot, G., 1988. Los microfósiles. Paraninfo, Madrid, 284 p.

Biffi, U. y Manum, S. B., 1988. Late Eocene-Early Miocene dinoflagellate cyst stratigraphy from the Marche region (central Italy). Bollettino della Società Paleontologica Italiana, vol. 27, No. 2, pp. 163- 212.

Bolli, H.M., Saunders, J.B., y Perch-Nielsen, K., 1985. Plankton Stratigraphy, (eds. Bolli H.M; Saunders, J.B y Perch-Nielsen, K). *Cambridge Earth Science Series*. 1032 p.

Brinkhuis, H., Powell, A. J., y Zevenboom. D., 1992. Highresolution dinoflagellate cyst stratigraphy of the Oligocene/Miocene transition interval in northwest and central Italy, 219-258. En: Head, M. J., and Wrenn, J. H.. Eds., Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs. Dallas: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.

Brinkhuis, H., Sengers, S., Sluijs, A.,Warnaar, J., y Williams, G.L., 2003. Latest Cretaceous–earliest Oligocene and Quaternary dinoflagellate cysts, ODP Site 1172, East Tasman Plateau. In Exxon, N.F., Kennett, J.P., and Malone, M.J. (Editors). Proceedings of

the Ocean Drilling Program, Scientific Results, vol. 189, pp. 1–48 [Online]. :<http://www.odp.tamu.edu/publications/189_SR/VOLUME/CHAPTERS/106.PDF>.

Bujak, J. P., 1980. V. Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene Barton Beds of southern England. 36-91. En: Bujak, J. P., Downie, C., Eaton, G. L., y Williams, G. L., Eds.. Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene of southern England. Special Papers in Palaeontology 24. London: The Palaeontological Association.

Bujak, J. P., 1984. Cenozoic Dinoflagellate Cysts and Acritarchs from the Bering Sea and Northern North Pacific, DSDP Leg 19 *Micropaleontology*, vol. 30, No. 2, pp. 180-212.

Bujak, J.P., y Mudge, D.C., 1994. A high resolution North Sea Eocene dinocyst zonation. *Journal of the Geological Society of London*, vol. 151, pp. 449-462.

Bürgl, H., 1957. Resumen de la estratigrafía de Colombia. Inst. Geol. Nal., Informe 1248.

Bürgl, H., 1961. Historia geológica de Colombia. *Rev. Acad. Col. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, vol. 11, No. 43, pp. 137-191.

Bürgl, H., Barrios, M., Röström, A. M., 1955. Micropaleontología y estratigrafía de la sección Arroyo Saco, Departamento del Atlántico. *Serv. Geol. Nal., Bol. Geol.*, vol. 3, No. 1, pp. 1-114.

Caro, Y., 1973. Contribution a la connaissance des dinoflagelles du Paleocene-Eocene inferieur des Pyrenees espagnoles. *Revista Española de Micropaleontología*, vol. 5, pp. 329-372.

Clavijo, J., Barrera, R., 2001. Geología de las planchas 44 y 52, Sincelejo - Sahagún. INGEOMINAS. Bogotá.

Châteauneuf, J.J., y Gruas-Cavagnetto, C., 1978. Les zones de Wetzeliellaceae (Dinophyceae) du bassin de Paris. Comparaison et correlations avec les zones du Paleogene des bassins du Nord-Ouest de l'Europe. *Bulletin du Bureau de Recherches Geologiques et Minieres (2me Sér.)*, Section IV, pp. 59-93.

Chenevart, C. H., 1963. Les dorsales transverses anciennes de Colombie et leurs homologues d'Amerique Latine. *Eclogae Geol. Helvetiae*, vol. 52, No. 2.

Costa, L.I., y Downie, C., 1976. The distribution of the dinoflagellate *Wetzeliella* in the Palaeogene of north-western Europe. *Palaeontology*, vol. 19, pp. 591-614.

Costa, L. I., y Downie, C., 1979. Cenozoic dinocyst stratigraphy of Sites 403 to 406 (Rockall Plateau), IPOD Leg 48. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 48: 513-529; Washington. D.C.: U.S. Government Printing Office.

Cookson, I.C., y Eisenack, A., 1965. Microplankton from the Paleocene Pebble Point Formation, south western Victoria. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, vol. 79, pp. 139-146.

Cookson, I.C., y Eisenack, A., 1967. Some microplankton from the Paleocene Rivernook Bed, Victoria. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, vol. 80, pp. 247- 257.

Corradini, D., 1985. Dinoflagellate cysts from the Miocene of Sardinia (Italy). *Bollettino della Societh Italiana*, vol. 23, No. 2, pp. 413-420.

Crouch, E.M., 2001. Environmental change at the time of the Paleocene-Eocene biotic turnover. *LPP Contributions Series*, 14. Utrecht University, 216 p.

Crouch, E.M., Brinkhuis, H., Visscher, H., Adatte, T. y Bolle, M-P., 2003. Late Paleocene-early Eocene dinoflagellate cyst records from the Tethys; further observations on the global distribution of *Apectodinium*. En: Wing, S.L., Gingerich, P., Schmitz, B., Thomas, E. (Editors). *Causes and consequences of globally warm climates in the early Paleogene*. Geological Society of America Special Paper 369, pp. 113-131.

Damassa, S.P., 1979a. Eocene dinoflagellates from the Coastal Belt of the Franciscan Complex, northern California. *Journal of Paleontology*, vol. 53, pp. 815-840.

Damassa, S.P., 1979b. Danian dinoflagellates from the Franciscan Complex, Mendocino County, California. *Palynology*, vol. 3, pp. 191-207.

Damassa, S.P., Goodman, D.K., Kidson, E.J., y Williams G.L., 1990. Correlation of Paleogene dinoflagellate assemblages to standard nannofossil zonation in North Atlantic DSDP sites. *Review of Paleobotany and Palynology*, vol. 65, pp. 331-339.

Davey, R. J., Downie, C., Sarjeant, W. A. S., y Williams, G. L., 1966, *Studies on Mesozoic and Cenozoic dinoflagellate cysts: British Mus. (Nat. History) Bll., Geology, Supp. 3*, pp. 1-248.

Deflandre, G., y Cookson, I.C., 1955. Fossil microplankton from Australian Late Mesozoic and Tertiary sediments. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, vol. 6, pp. 242-313.

De Verteuil, L., Norris, G., 1996. Miocene Dinoflagellate Stratigraphy and Systematics of Maryland and Virginia. *Micropaleontology*, vol. 42, Supplement: Miocene Dinoflagellate Stratigraphy and Systematics of Maryland and Virginia., pp. i-viii+1-172.

Dueñas, H., 1986. Geología y palinología de la Formación Ciénaga de Oro, Región Caribe Colombiana. *Publ. Geol. Esp. INGEOMINAS*. No. 18, 51 p.

Dueñas, H.; Duque-Caro, H. 1981. Geología del cuadrángulo F-8. INGEOMINAS, Bol. Geol., 24, No. 1 pp. 1-35.

Duque-Caro, H. 1971. Ciclos tectónicos y sedimentarios en el norte de Colombia y sus relaciones con la Paleoecología. Ingeominas, Bol. Geol., vol. 19, No. 3, pp. 1-23.

Duque-Caro, H., 1973. Foraminíferos plantónicos y el terciario de Colombia. Ingeominas, Informe 1651.

Duque-Caro, H., 1980. Geotectónica y evolución de la región noroccidental colombiana. Ingeominas, Bol. Geol., vol. 23, No. 3, pp. 4-37.

Duque-Caro, H., 1984. Estilo estructural, diapirismo y episodios de acrecimiento del terreno Sinú - San Jacinto en el noroccidente de Colombia. Ingeominas, Bol. Geol, vol. 27, No. 2, pp. 1-29.

Duque-Caro, H., 1990. Neogene stratigraphy, paleoceanography, and paleogeography in northwest South America and the evolution of the Panama Seaway. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, vol. 77, pp. 203 -234.

Duque- Caro, H., 2006. Analisis bioestratigraficos de 30 muestras formacion Carmen y San Jacinto área del Carmen de Bolívar. ECOPETROL ICP. Informe no publicado.

Edwards, L. E., 1986. Late Cenozoic dinoflagellate cysts from South Carolina, U.S.A, 47-57. In: Wrenn, J. H., Duffield, S. L., y Stein, J. A., Eds., Papers from the first Symposium on Neogene dinoflagellate cyst biostratigraphy. American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series 17.

El-Beialy, S. y., 1988. Palynostratigraphy of the late Tertiary sediments in Kafr El Dawar Well No. 1, Nile Delta, Egypt. Tevue de Micropaléontologie, vol. 30, No. 4, pp. 249-260.

Evitt, W. R., 1985. Sporopollenin dinoflagellate cysts: their morphology and interpretation. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, 333 p.

Fensome, R.A., Riding, J.B., y Taylor, F.J.R., 1996. Dinoflagellates. En Jansonious, J., Mcgregor, D.C. (Editores). Palynology: Principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, pp. 107-170.

Fensome, R.A., y Williams, G.L., 2004. The Lentin and Williams index of fossil dinoflagellates 2004 Edition. American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series No. 42, 892 p.

Fensome, R.A., y Williams, G.L., 2005. Scotian Margin Palyatlas Version 1. Geological Survey of Canada, Open File 4677, 180 p.

Fiorini, F., y Jaramillo, C., A., (en preparación) Paleobathymetric and paleoenvironmental reconstruction of the Oligocene and Miocene deposits of southern Caribbean (Carmen de Bolivar, Colombia) based on benthic foraminifera. ECOPETROL ICP.

Firth, J.V., 1987. Dinoflagellate biostratigraphy of the Maastrichtian to Danian interval in the U.S. Geological Survey Albany Core, Georgia, U.S.A. *Palynology*, vol. 11, pp. 199-216.

GEMS LTDA. 2005. Colección de muestras en afloramientos de la Formación El Carmen para análisis de bioestratigrafía. 26 pp.

Gregory, W.A., y Hart, G.F., 1995. Distribution of dinoflagellates in a subsurface marine Wilcox (Paleocene-Eocene) section in southwest Louisiana. *Palynology*, vol. 19, pp. 45-75.

Guasti, E., Kounwenhoven, T., Brinkhuis, H. y Speijer, 2005. Paleocene sea-level and productivity changes at the southern Tethyan margin (El Kef, Tunisia). *Marine Micropaleontology*, vol. 55, pp. 1-17.

Guerra, R., 1980. Final Report: Biostratigraphy, paleoenvironments and visual organic geochemical studies. MOBIL San José 1 Offshore Colombia.

Habib, D., 1971. Dinoflagellate stratigraphy across the Miocene-Pliocene boundary, Tabiano stratotype section, 591-598. En: Farinacci, A., Ed., *Proceedings of the second planktonic conference, Rome 1970.* , Roma: Edizioni Tecnoscienza.

Heilmann-Clausen, C., 1985. Dinoflagellate stratigraphy of the uppermost Danian to Ypresian in the Viborg 1 borehole, central Jylland, Denmark. *Danmarks Geologiske Undersogelse*, ser. A, 7, pp. 1-69.

Heilmann-Clausen, C., y Costa, L. I., 1989. Dinoflagellate zonation of the uppermost Paleocene? to lower Miocene in the Wursterheide Research Well, NW Germany. *Geologisches Jahrbuch Reihe A*, vol. 111, pp. 431-521.

Helenes, H., y Cabrera, D., 2003. Oligocene- Miocene Palynomorph Assemblages from Eastern Venezuela. *Palynology*, vol. 27, pp. 5-25.

Hernández, R.; Ramírez, V. y J. Reyes. 2003. Evolución geohistórica de las Cuencas del Norte de Colombia. VIII Simposio Bolivariano -Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, vol. 2, pp. 256 -263.

Heiskanen, A.S., 1993. Mass encystment and sinking of dinoflagellates during a spring bloom. *Marine Biology*, vol. 116, pp. 161-167.

HOCOL. 1993. Lower Magdalena Valley technical evaluation agreement. Confidential phase I report, vols. 1 and 2.

Iakovleva, A.I., y Kulkova, I.A., 2003. Paleocene-Eocene dinoflagellate zonation in Western Siberia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 123, pp. 185-197.

Jan Du Chene, R., 1977. Etude palynologique du Miocene supkrieur Andalou (Espagne). *Revista Espaiola de Micropaleontologia*, vol. 9, pp. 97-114

Jan du Chêne, R. E., 1988. Etude systematique des Kystes de dinoflagelles de la Formation des Madeleines (danien du Senegal). *Cahiers de micropaleontologie*, Centre nationale de la recherche scientifique, vol. 2, pp. 147-174.

Jan du Chêne, R.E., y Adediran, S.A., 1985. Late Paleocene to early Eocene dinoflagellates from Nigeria. *Cahiers de micropaléontologie*, Centre nationale de la recherche scientifique, vol. 3, pp. 3-38.

Jaramillo, C. A., y Yepes, O., 1994. Palinoestratigrafia del Grupo Olini (Coniaciano-Campaniano), Valle Superior del Magdalena, Colombia. En: Etayo-Serna, F. (editor). *Estudios geologicos del Valle Superior del Magdalena*. Universidad Nacional de Colombia, Bogota, p. XVII-1-XVII-18.

Jaramillo, C. A., y Oboh-Ikuenobe, F.E., 1999. Sequence stratigraphic interpretations from palynofacies, dinocyst and lithological data of Upper Eocene-Lower Oligocene strata in southern Mississippi and Alabama, U.S. Gulf Coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 145, pp. 259-302.

Jaramillo, C. A., y Dilcher, D. L., 2001. Middle Paleogene palynology of Central Colombia, South America: A study of pollen and spores from tropical latitudes. *Palaeontographica Abt. B*, 258, pp. 87-213.

Jaramillo, C. A., Muñoz, F., Cogollo, M., y De la Parra F., 2005. Quantitative biostratigraphy for the Cuervos Formation (Paleocene) of the Llanos foothills, Colombia: improving palynological resolution for oil exploration. En: Powell, A.J. y Riding, J.B. (editores). *Recent Developments in Applied Biostratigraphy*. The Micropaleontological Society, Special Publications, pp. 145-159.

Jaramillo, C.A., y Rueda, M. J., 2007. A morphological electronic data base of Cretaceous-Tertiary fossil pollen, spores and dinoflagellate cysts from northern South America. "Palynomorphs". *ECOPETROL ICP*.

Jarvis, I., Carson, G.A., Cooper, M.K.E., Hart, M.B., Leary, P.N., Tocher, B.A., Horne, D., y Rosenfeld, A., 1988. Microfossil assemblages and the Cenomanian-Turonian (late Cretaceous) Oceanic Anoxic Event (OAE). *Cretaceous Research*, vol. 9, pp. 3-103.

Kofoed, C.A., 1907. The plates of *Ceratium* with a note on the unity of the genus. *Zoolog. Anzeiger*, vol. 32, pp. 177-183.

Kofoed, C.A., 1909. On *Peridinium steini* Jorgensen, with a note on the nomenclature of

the skeleton of the Peridiniaceae. *Archiv Protistenkunde*, vol. 16, pp. 25-47.

Köthe, A., Khan, A.M., y Ashraf, M., 1988. Biostratigraphy of the Surghar Range, Salt Range, Sulaiman Range and the Kohat area, Pakistan, according to Jurassic through Paleogene calcareous nannofossils and Paleogene dinoflagellates. *Geologisches Jahrbuch*, B71, pp. 3-87.

Leckie, D.A., Singh, C., Bloch, J., Wilson, M., y Wall, J., 1992. An anoxic event at the Albian-Cenomanian boundary: the Fish Scale Marker Bed, northern Alberta, Canada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, vol. 92, pp. 139-166.

Lentin, J. K., y Williams, G. L., 1976. A monograph on fossil peridinioid dinoflagellate cysts: Bradford Inst. Oceanography Rept. BI-R-77-8.

Lentin, J. K., y Williams, G. L., 1993. Fossil dinoflagellates: Index to genera and species 1993 edition. AASP Contribution Series 28. American Association of Stratigraphic Palynologists, 856p

Maier, D., 1959. Planktonuntersuchungen in Tertiären und Quartären marinen Sedimenten. Ein Beitrag zur Systematik, Stratigraphie und Ökologie der Coccolithophoridae, Dinoflagellaten und Hystrichosphaerideen vom Oligozän bis zum Pleistozän. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Abhandlungen*, vol. 107, pp. 278-340.

Martínez J. I., 1995. Biostratigraphic re assessment of the Cenozoic Lower Magdalena Valley, Colombia. VI Congreso Colombiano del Petróleo.

Manum, S. B., y Bolter, M. C., Gunnarsdóttir, H., Ranges, K., y Scholze, A., 1989. Eocene to Miocene Palynology of the Norwegian Sea (ODP Leg 104). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, vol. 104, pp. 611-661.

Marshall, K.L., y Batten, D.J., 1988. Dinoflagellate cyst associations in Cenomanian-Turonian black shale sequences of northern Europe. *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 54, pp. 85-103.

Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. En: Farinacci, A. (Ed.), *Proceedings of the II Planktonic Conference*. Roma 1970, 2: pp. 739-785.

Medina, L., 2006. Los dinoflagelados del Mioceno Medio-alto Mioceno Superior del Caribe colombiano: Taxonomía, bioestratigrafía e implicaciones geológicas. Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra, presentada al departamento de Geología de la Universidad Eafit.

Mehrotra, N.C. y Singh, K., 2003. Atlas of dinoflagellate cysts from Mesozoic-Tertiary sediments of Krishnagodavari Basin: Tertiary dinoflagellate cysts. KDMIPE, ONGC, Dehra Dun Highlights Publications, vol. II, 134 p.

Mejía, A., 2007. Coccolithophore assemblages of the lower Oligocene to Middle Miocene. Arroyo Alférez section in northern Colombia. Tesis de doctorado presentada a la Universidad de Salamanca.

Mudge, D.C., y Bujak, J.P., 1996. Paleocene biostratigraphy and sequence stratigraphy of the UK central North Sea. *Marine and Petroleum Geology*, vol. 13, pp. 295-312.

Munsterman, D.,K., y Brinkhuis, H., 2004. A Southern North Sea Miocene Dinoflagellate Cysts Zonation. *Netherlands Journal of Geosciences / Geologie en Mijnbouw*, Vol 83, No. 4, pp 267-285.

Notestein, F., 1929. Report on Tertiary section near Carmen, Department of Bolívar, Colombia. Texas Petrol. Co., Internal Geol. Report, 70.

Patridge, A.D., 1976. The geological expression of eustasy in the early Tertiary of the Gippsland Basin. *The APEA Journal*, vol. 16, pp. 73-79.

Petters, V., y Sarmiento, R., 1956. Oligocene and Lower Miocene Biostratigraphy of the Carmen-Zambrano areas, Colombia. *Micropaleontology*, vol. 2, pp. 7-35

Pfiester, L.A., y Anderson, D.M., 1987. Dinoflagellate reproduction. En: Taylor, F.J.R. (Ed.), *The Biology of Dinoflagellates*. Botanical Monographs, vol. 21, pp. 611-648.

Powell, A. J., 1986a. Latest Paleogene and earliest Neogene dinoflagellate cysts from the Lernme section, northwest Italy, 83-104. In: Wrenn, J. H., Duffield, S. L., and Stein, J. A., Eds., *Papers from the first symposium on Neogene dinoflagellate cyst biostratigraphy*. Contribution Series 17. American Association of Stratigraphic Palynologists.

Powell, A. J., 1986b. A dinoflagellate cyst biozonation for the late Oligocene to middle Miocene succession of the Langhe region, northwest Italy, 105-127. En: Wrenn, J. H., Duffield, S. L., and Stein, J. A., Eds., *Papers from the first symposium on Neogene dinoflagellate cyst biostratigraphy*. Contribution Series 17. American Association of Stratigraphic Palynologists.

Powell, A. J., 1988. A preliminary investigation into the Neogene dinoflagellate cyst biostratigraphy of the British Southwestern Approaches. *Bulletin Centres de Recherches Exploration-Production ELF-Aquitaine*, vol. 12, No. 1, pp. 277-311.

Powell, A.J., Brinkhuis, H., y Bujak, J.P., 1996. Upper Paleocene-lower Eocene dinoflagellate cyst sequence biostratigraphy of southeast England. En: Knox, R.W.O'B.,

Corfield, R.M., and Dunay, R.E. (Editors). Correlation of the early Paleogene in Northwest Europe. Geological Society Special Publication, No. 101, pp. 145-183.

Pross, J., 2001. Paleo-oxygenation in Tertiary epeiric seas: evidence from dinoflagellate cysts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 166, pp. 369-381.

Quattrocchio, M.E., y Sarjeant W.A., 2003. Dinoflagellates from the Chorillo Chico Formation (Paleocene) of Southern Chile. *Ameghiniana. Asociación Paleontológica Argentina*, vol. 40, pp. 129-153.

Regali, M., Uesugui, N., y Santos, A., 1974. Palinología dos Sedimentos Meso-Cenozoicos do Brasil. *Boletim tecnico da Petrobras*, vol. 17, pp. 177-191.

Reyes, R. y Reyes, A., 2002, Evaluación Regional Integrada de la Cuenca del Valle Inferior del Magdalena. ECOPETROL. Informe interno.

Rubio, R., y Ramírez, V., 1999. Cuenca de la Guajira: Definición cronoestratigráfica e implicaciones exploratorias. ECOPETROL. Vicepresidencia Adjunta de Exploración. Informe interno.

Sarjeant, W.A.S., Lacalli, T., y Gaines, G., 1987. The cysts and skeletal elements of dinoflagellates: speculations on the ecologic causes for their morphology and development. *Micropaleontology*, vol. 33, pp. 1-36.

Sluijs, A., Pross, J., y Brinkhuis, H., 2005. From greenhouse to icehouse; organic walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene. *Earth Science Reviews*, vol. 68, pp. 281-315.

Stover, L. E., 1977. Oligocene and early Miocenedinoflagellates from Atlantic Corehole 5/5B, Blake Plateau, 66-90. In: ELSIK, W. C., Ed., Contributions of stratigraphic palynology (with emphasis on North America) Volume 1 Cenozoic palynology. American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series 5A. Tulsa: American Association of Stratigraphic Palynologists.

Stover, L.E., Brinkhuis, H., Damassa, S.P., de Verteuil, L., Helby, R.J., Monteil, E., Patridge, A.D., Powell, A.J., Riding, J.B., Smelror, M., y Williams, G.L., 1996. Mesozoic-Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes. En: Jansonius, J., and McGregor, D.C. (Editors). *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 2, pp. 641-750.

Traverse, A., 1988. *Paleopalynology*. Academic Press, New York, 600 p.

Torricelli, S., y Biffi U., 2001. Palynostratigraphy of the Numidian Flysch of Northern Tunisia (Oligocene-Early Miocene) *Palynology*, vol. 25. , pp. 29-55

Van Mourik, C. A., y Brinkhuis, H., 2000. Organic walled dinoflagellate cyst biostratigraphy of the latest middle to late Eocene at Hole 1053A (subtropical Atlantic Ocean): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, vol. 171B, pp. 1-25.

Van der Hammen, T., 1957. Climatic Periodicity and Evolution of South American Maestrichtian and Tertiary Floras. Bol. Geológico, vol. V, No. 2, pp. 57-91.

Van der Hammen, T., 1958. Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano continentales y tectogénesis de Los Andes Colombianos. Serv. Geol. Nal., Bol. Geol., vol. No. 6(1-3), pp. 67-128.

Varma, C.P. y Dangwal, A.K., 1964. Tertiary hystrichosphaerids from India. Micropaleontology, vol. 10, pp. 53-71.

Vozzhennikova, T. F., 1967. Fossilized peridininid algae in the Jurassic, Cretaceous and Paleogene deposits of the USSR, R. Fundamentals of paleontology: Moscow, Acad. Sciences U.S.S.R., vol. 14, pp. 179-185.

Werenfels, A., 1926. A stratigraphical section through the Tertiary Toluviejo, Colombia. Ecl. Geol. Helv, vol 20, No. 1, pp. 79-83.

Wetzel, O., 1933, Die in organischer Substanzerhaltenen Mikrofossilien des baltischen Kreide-Feuersteins mit einem sediment-petrographischen und stratigraphischen Anhang. Paleontographica, Abt. A, vol. 77, pp. 141-188.

Wiggins, V. D., 1975, The dinoflagellate Family Pareodiniaceae – a discussion. Geoscience and man, vol. 11, pp. 95-115.

Williams, G. L., 1975. Dinoflagellate and spore stratigraphy of the Mesozoic-Cenozoic, offshore eastern Canada. Geological Survey of Canada Paper, vol. 74-30, pp 107- 161.

Williams, G.L., 1977. Dinocysts: their paleontology, biostratigraphy and paleoecology, 1231-1325. En: Ramsay, A. T. S., Ed., Oceanic Micropalaeontology. London: Academic Press.

Williams, G. L., y Brideaux, W. W., 1975. Palynologic analyses of Upper Mesozoic and Cenozoic rocks of the Grand Banks, Atlantic continental margin. Geological Survey of Canada Bulletin, vol. 236, pp 1-163

Williams, G. L., y Bujak, J. P., 1985. Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates, in Bolli, H. M., Saunders, J. B., and Perch-Nielsen, K., eds., Plankton Stratigraphy: Cambridge, Cambridge University Press, pp. 847-964.

Williams, G.L., Fensome, R.A., Miller, M.A., y Sarjeant, W.A.S., 2000. A glossary of the terminology applied to dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes, with emphasis on

fossils, third edition. Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series No. 37, 370 p.

Williams, G.L., Brinkhuis, H., Pearce, M.A., Fensome, R.A., y Weejink, J.W., 2004. Southern ocean and global dinoflagellate cyst events compared: Index events for the Late Cretaceous-Neogene. En: Exon, N.F., Kennett, J.P., and Malone, M.J. (Editors). Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, vol. 189, pp. 1-98 [Online]. <http://www.odp.tamu.edu/publications/189_SR/VOLUME/CHAPTERS/107.PDF>.

Wilson, G.J., 1984. New Zealand Late Jurassic to Eocene dinoflagellate biostratigraphy - a summary. Newsletters on stratigraphy, vol. 13, pp. 104-117.

Wilson, G.J., 1988. Paleocene and Eocene dinoflagellate cysts from Waipawa, Hawkes Bay, New Zealand. New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin, vol. 57, pp. 96.

Wrenn, J., y Hart, G.F., 1984. Dinocyst biostratigraphy of Tertiary deposits of Seymour Island, Antarctica. Memorias Congreso Latinoamericano de Paleontología, vol. 3, pp. 546-554.

Wrenn, J. H., y Kokinos, J. P., 1986. Preliminary comments on Miocene through Pleistocene dinoflagellate cysts from De Soto Canyon, Gulf of Mexico, 169-225. En: Wrenn, J. H., Duffield, S. L., and Stein, J. A., Eds., Papers from the first Symposium on Neogene dinoflagellate cyst biostratigraphy. American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series 17.

Yepes, O., 2002. Maastrichtian-Danian dinoflagellate cyst biostratigraphy and biogeography from two equatorial sections in Colombia and Venezuela. Palynology, vol. 25, pp. 217-249.

Zimmerle, W., 1968. Serpentine graywackes from the North Coast basin, Colombia, and their geotectonic significance. N. Jb. Miner. Abh. vol. 109, No. (1-2), pp. 156-182.

Zonneveld, K. A., y Susek, E., 2007. Effects of temperature, light and salinity on cyst production and morphology of *Tuberculodinium vancampoae* (the resting cyst of *Pyrophacus steinii*). Review of Palaeobotany and Palynology, vol. 145, pp. 77-88.

ANEXO 1.

Listado de muestras y profundidades para el intervalo analizado de la sección Arroyo Alférez.

Muestra	Profundidad metros	Muestra	Profundidad metros
G05-CB-711	1935	G05-CB-471	1138
G05-CB-708	1667	G05-CB-455	1114
G05-CB-700	1640	G05-CB-443	1082
G05-CB-693	1611	G05-CB-433	1068
G05-CB-679	1590	G05-CB-422	1038
G05-CB-664	1564	G05-CB-406	1014
G05-CB-655	1541	G05-CB-394	994
G05-CB-653	1526	G05-CB-387	967
G05-CB-644	1511	G05-CB-381	941
G05-CB-631	1492	G05-CB-373	910
G05-CB-619	1410	G05-CB-371	897
G05-CB-610	1382	G05-CB-362	810
G05-CB-600	1362	G05-CB-350	785
G05-CB-586	1339	G05-CB-334	763
G05-CB-571	1314	G05-CB-320	741
G05-CB-557	1289	G05-CB-313	711
G05-CB-539	1263	G05-CB-306	687
G05-CB-522	1237	G05-CB-291	663
G05-CB-503	1211	G05-CB-276	640
G05-CB-490	1192	G05-CB-262	614
G05-CB-478	1162		

ANEXO 2.

Coordenadas internacionales *England Finder* de todos los quistes de dinoflagelados encontrados en el intervalo analizado de la sección Arroyo Alférez.

Placa	Morfortipo	Coordenadas Axiostar		England finder
		X	Y	
G05-CB-262 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	99,2	10,5	R40-4
G05-CB-262 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	87,2	12	O28
G05-CB-262 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	107	13	P48-2
G05-CB-262 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	103,5	13,3	O45-3
G05-CB-262 Gli malla 21	Cleitosphaeridium diversispinosum	90,9	13,8	O32-3
G05-CB-262 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	108	8,2	T49-4
G05-CB-276 Gli malla 21	Spiniferites sp 2	105,2	22,9	D47-3
G05-CB-276 Gli malla 21	Spiniferites sp 2	96	18,9	J37-2
G05-CB-276 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	90,5	21,9	E31-4
G05-CB-276 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	82,8	21,9	E23
G05-CB-276 Gli malla 21	Quiste no identificado	83,1	20	G24-1
G05-CB-276 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	81,9	20,5	G22-2
G05-CB-276 Gli malla 21	Homotryblim floripes	85,1	18	J26
G05-CB-276 Gli malla 21	Homotryblim floripes	86,7	13,9	N27-4
G05-CB-276 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	88,9	10,4	R29
G05-CB-276 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	82,9	15,8	M23-2
G05-CB-276 Gli malla 21	Homotryblim floripes	92	14,9	N33-1
G05-CB-276 Gli malla 21	Quiste no identificado	109,9	11	R51
G05-CB-276 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	86,9	24,8	B27
G05-CB-276 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	87	21,2	F28-1
G05-CB-276 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	83,1	21,2	E24-3
G05-CB-276 Gli malla 21	Ilejeunecysta sp 1	107,8	6	W49-1
G05-CB-291 Gli malla 21	Spiniferites sp 2	102,1	23,2	D43-2
G05-CB-291 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	82,2	21,5	F23-1
G05-CB-291 Gli malla 21	Cleistosphaeridium diversispinosum	107	21	F48-4
G05-CB-291 Gli malla 21	Spiniferites sp 2	86,8	20,2	G27
G05-CB-291 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	103,9	20	G45-3
G05-CB-291 Gli malla 21	Spiniferites sp 2	108	19,2	H50-3
G05-CB-291 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	104	19,2	H45
G05-CB-291 Gli malla 21	Cleistosphaeridium diversispinosum	109,8	14,9	N51
G05-CB-291 Gli malla 21	Cleistosphaeridium diversispinosum	87	13	N28-3
G05-CB-291 Gli malla 21	Cleistosphaeridium diversispinosum	88,9	11,9	Q29-2
G05-CB-291 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	90,5	9,8	S31-2

Placa	Morfortipo	Coordenadas Axiostar		England finder
		X	Y	
G05-CB-291 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	89,9	9	T30-2
G05-CB-291 Gli malla 21	Cleistosphaeridium diversispinosum	94,9	8,8	T36-3
G05-CB-291 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	109,9	5,1	X51
G05-CB-291 Gli malla 21	Cleistosphaeridium diversispinosum	90,9	4,9	X32-3
G05-CB-291 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	84,9	11	Q25-4
G05-CB-291 Gli malla 21	Lejeunecysta sp 2	92,1	6,9	V33
G05-CB-291 Gli malla 21	Lejeunecysta sp 1	105	4,9	X46
G05-CB-306 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	91,2	24	C32
G05-CB-306 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	84	22,9	D24-4
G05-CB-306 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	94,9	22,5	E36-1
G05-CB-306 Gli malla 21	Homotryblim floripes	95,5	21	F37-3
G05-CB-306 Gli malla 21	Homotryblim floripes	88	16	L29-3
G05-CB-306 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	87	11,2	Q28-3
G05-CB-306 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	107	9,9	S48-2
G05-CB-306 Gli malla 21	Lejeunecysta sp 3	90,9	9,9	S31
G05-CB-306 Gli malla 21	Quiste no identificado	97	8	U38-2
G05-CB-306 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	99,1	6,9	V40-2
G05-CB-313 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	101	20,1	G42-2
G05-CB-313 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	105,2	24,2	C47-1
G05-CB-313 Gli malla 21	Homotryblim sp1	111	23	D52-4
G05-CB-313 Gli malla 21	dinocysts undiff	96	21,9	E37
G05-CB-313 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	91	21,8	E32-3
G05-CB-313 Gli malla 21	dinocysts undiff	108,1	19	H50-3
G05-CB-313 Gli malla 21	Homotryblim floripes	110	17,5	K52
G05-CB-313 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	99,9	16,5	L41
G05-CB-313 Gli malla 21	Homotryblim sp1	102,2	16	K44-3
G05-CB-313 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	109,1	10	R51-3
G05-CB-313 Gli malla 21	Homotryblim floripes	104	5,9	W45
G05-CB-313 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	103	6,9	V44-2
G05-CB-313 Gli malla 21	Homotryblim floripes breviradiatum	103	6,9	V44-2
G05-CB-320 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	102,2	8,1	T44-3
G05-CB-320 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	104,5	5,5	W46-3
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	89	21	F30-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	90	22	E31-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	104,2	22	E46-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	105	19,1	H46
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	89,8	17,9	K30-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	108,9	13,9	O50
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	109	12	Q50-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	106,9	11,9	Q48
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	100,2	7	V42-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	109,2	6,5	V51-3
G05-CB-334 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	91	22	E32
G05-CB-334 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	106	22	E47

Placa	Morfortipo	Coordenadas Axiostar		England finder
		X	Y	
G05-CB-334 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	108	20,8	G49-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	109,1	11,9	Q50-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	107	12	Q48-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	94,8	6,9	V35-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	108,9	5	X50
G05-CB-334 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	96	4	Y37
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium sp	93	21,4	F34-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	104,8	18,1	J46
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	104,8	19	H46-3
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	102,9	20	G44
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	110	13	O51-4
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	108,1	5	X49-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	101	4,9	X42
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	103,8	5	X45-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	105,5	19	H47-3
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	100,5	3	Z42-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	108	20,8	F49-4
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	108,5	13	O50-3
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	109	13	O50-4
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	91	11,9	Q32
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	92	8,9	T33
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	107,9	5	X49
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	96,2	3	Y37-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	109,9	16,9	L51
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	89,9	17,5	K30-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	90	16,5	L31-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum sp	98,5	17	K39-4
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum sp	88	15	M39-3
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium sp	91	10,9	R32-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium sp	91,9	10,9	R32-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	100,1	11	R41-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	105,9	11,5	Q47-3
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	108	11	Q49-4
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	109,5	10	S51-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	105	10	R46-4
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum sp	106,8	10	S48-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	109	8,8	T50-40
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium sp	107	8,5	T48
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	94,8	6,9	V35-2
G05-CB-334 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	97	3,9	Y38
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum?	90,9	18	J31-4
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum?	95,5	3,9	Y37-1
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum?	97	8,2	T38-3
G05-CB-334 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum?	99	3,9	Y40

Placa	Morfortipo	Coordenadas Axiostar		England finder
		X	Y	
G05-CB-334 Gli malla 21	Lejeunecysta sp2	108,5	18	J50
G05-CB-334 Gli malla 21	Homotryblum sp2			R51-3
G05-CB-350 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	94,9	16	L36-3
G05-CB-350 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	96,9	13	O38.3
G05-CB-362 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	97,9	26	A39
G05-CB-362 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	93,2	24,2	C34-2
G05-CB-362 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	91,9	19	H33-3
G05-CB-362 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	112,9	8,9	T54
G05-CB-362 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	107	6,5	V48
G05-CB-362 Gli malla 21	Polysphaeridium zoharyi	104,9	4,9	X46
G05-CB-362 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	101	5	W42-3
G05-CB-371 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	102,5	22,5	E44-1
G05-CB-371 Gli malla 21	Cleistosphaeridium diversispinosum	96,1	22	E37-4
G05-CB-371 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	101,9	17,5	K43
G05-CB-371 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	101,5	15,5	M43-3
G05-CB-371 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	94,1	14,1	N35
G05-CB-371 Gli malla 21	Quiste no identificado	98	14	O39-1
G05-CB-371 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	91,5	11	Q32
G05-CB-371 Gli malla 21	Spiniferites sp 2	100	5,1	W41-3
G05-CB-371 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	86,9	4,1	Y27-2
G05-CB-381 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	88,1	22,1	E29
G05-CB-381 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	83,1	20	G24
G05-CB-381 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	83,9	9,9	S24-2
G05-CB-381 Gli malla 21	Quiste no identificado	101,9	7,2	U43-3
G05-CB-387 Gli malla 21	Spiniferites sp 2	97,8	25,1	B39-1
G05-CB-387 Gli malla 21	Homotryblum floripes	91	20,8	G32-1
G05-CB-387 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	97,9	19,9	G38-4
G05-CB-387 Gli malla 21	Homotryblum floripes	102,1	16	L44-3
G05-CB-387 Gli malla 21	Homotryblum floripes	88,9	10	S29-2
G05-CB-387 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	102,9	7	V44-1
G05-CB-394 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	88,9	19,9	E29-4
G05-CB-394 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	86,1	11,8	Q27-2
G05-CB-394 Gli malla 21	Quiste no identificado	85,5	7,9	U26
G05-CB-406 malla 21 Gli	Quiste no identificado			C37-3
G05-CB-406 malla 21 Gli	Quiste no identificado			G37-1
G05-CB-406 malla 21 Gli	Quiste no identificado			F45-3
G05-CB-490 malla 21 NOX	Spiniferites sp 1			F35
G05-CB-490 malla 21 NOX	Lingulodinium macherophorum			H30-2
G05-CB-490 malla 21 NOX	dincyst undiff			L41-1
G05-CB-490 malla 21 NOX	Lingulodinium macherophorum			L47
G05-CB-490 malla 21 NOX	Spiniferites sp 1			Q36-1
G05-CB-490 malla 21 NOX	Spiniferites sp 2			Q36-1
G05-CB-490 malla 21 NOX	Lejeunecysta sp 2			Q46
G05-CB-490 malla 21 OX	Spiniferites sp 1			E36-3

Placa	Morfortipo	Coordenadas Axiostar		England finder
		X	Y	
G05-CB-571 Gli malla 21 NOX	Polysphaeridium zoharyi	90	19	H31-3
G05-CB-571 Gli malla 21 NOX	Polysphaeridium zoharyi	88	15,1	M29-3
G05-CB-571 Gli malla 21 NOX	Polysphaeridium zoharyi	98,1	15	M39-4
G05-CB-571 Gli malla 21 NOX	Polysphaeridium zoharyi	88,8	15,9	L29-4
G05-CB-571 Gli malla 21 NOX	Polysphaeridium zoharyi	85,1	7,1	U26
G05-CB-571 Gli malla 21 NOX	Polysphaeridium zoharyi	93,1	6	V34
G05-CB-571 Gli malla 21 NOX	Spiniferites sp 2	88	11	Q29-3
G05-CB-571 Gli malla 21 NOX	Quiste no identificado	95,2	5,9	W36-4
G05-CB-571 Gli malla 21 NOX	Spiniferites sp 1	108,8	7,8	U50
G05-CB-610 malla 21 Gli	Quiste no identificado			C42-4
G05-CB-610 malla 21 Gli	Polysphaeridium zoharyi			D42-1
G05-CB-610 malla 21 Gli	Quiste no identificado			C40
G05-CB-610 malla 21 Gli	Spiniferites sp 1			D38-1
G05-CB-610 malla 21 Gli	Operculodinium centrocarpum			D37
G05-CB-619 malla 21 Gli	Quiste no identificado			C36-4
G05-CB-619 malla 21 Gli	Quiste no identificado			C39-4
G05-CB-619 malla 21 Gli	Spiniferites sp 1			D48-4
G05-CB-619 malla 21 Gli	Spiniferites sp			G28-1
G05-CB-619 malla 21 Gli	Polysphaeridium zoharyi			F46-3
G05-CB-619 malla 21 Gli	Operculodinium centrocarpum			H39-3
G05-CB-619 malla 21 Gli	Quiste no identificado			Q31
G05-CB-619 malla 21 Gli	Lingulodinium macherophorum			S33
G05-CB-619 malla 21 Gli	Spiniferites sp 1			S47
G05-CB-631 malla 21 OX	Hystrichokolpoma sp 3	84,9	19,1	H25-4
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	105	24,1	C46-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	92,1	24	C33
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	83,1	23,9	C24-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	81	24,1	C21-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	79	24,1	C19-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	83,5	22,5	E24
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	86,1	22,8	D27-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	92,1	23,1	D33
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	98	21,8	F39-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	95,9	21,2	F37
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	89	21,1	F30-1
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	83,5	21	F24
G05-CB-631 malla 21 OX	Chiropteridium sp 2	80,5	20,5	G21
G05-CB-631 malla 21 OX	Quiste no identificado	79,2	21,1	F20-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum	78,9	18,9	H19-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	94,9	17,8	K36-1
G05-CB-631 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum	95,5	17,5	K36-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	103,1	15	M44-4
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	100,1	14,4	N42-1
G05-CB-631 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum	99,5	15	M40-4

Placa	Morfortipo	Coordenadas Axiostar		England finder
		X	Y	
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	91	15	M32-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum	89,5	15,1	M30
G05-CB-631 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum	81,9	14,9	N22-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum			N24-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum			N26
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum			N28-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum			O33
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum			N33-4
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum			O34-1
G05-CB-631 malla 21 OX	Stelalladinium sp 1			M37-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum			N45-4
G05-CB-631 malla 21 OX	Quiste no identificado			P45-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum			P41-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Stelalladinium sp 1			P33-4
G05-CB-631 malla 21 OX	Selenopemphix nefroides neproides			N33-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Quiste no identificado			O20-4
G05-CB-631 malla 21 OX	Spiniferites sp 2			Q18-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum			R20
G05-CB-631 malla 21 OX	Quiste no identificado			R19
G05-CB-631 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum			R47
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum			S24-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Homotryblim floripes breviradiatum			S35-1
G05-CB-631 malla 21 OX	Selenopemphix nefroides neproides			R40-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium sp			S44-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum			T44-2
G05-CB-631 malla 21 OX	Chiropteridium sp 1			V44-3
G05-CB-631 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum			X33-3
G05-CB-644 malla 21 NOX	Operculodinium centrocarpum	99,9	23	D41
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma rigaudiae	81,1	21,2	F22-1
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma rigaudiae	80,1	20,9	F21-3
G05-CB-644 malla 21 NOX	Lingulodinium macherophorum	82,1	19	H23
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma sp 3	84,1	19	H25-3
G05-CB-644 malla 21 NOX	Cleistosphaeridium diversispinosum	84,8	19,1	H25
G05-CB-644 malla 21 NOX	Cleistosphaeridium diversispinosum	104,9	18	J46-4
G05-CB-644 malla 21 NOX	Spiniferites sp1	87	17	K28
G05-CB-644 malla 21 NOX	Cleistosphaeridium diversispinosum	85,9	17	K26-4
G05-CB-644 malla 21 NOX	Cleistosphaeridium diversispinosum	82	17,5	K22-2
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma rigaudiae	81,9	17,5	K22
G05-CB-644 malla 21 NOX	Lingulodinium macherophorum	89,1	15,9	M30-2
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma rigaudiae	90,8	16	L31-4
G05-CB-644 malla 21 NOX	Spiniferites sp 1	100,1	16,9	K41-4
G05-CB-644 malla 21 NOX	Quiste no identificado	107	17	K48-4
G05-CB-644 malla 21 NOX	Cleistosphaeridium diversispinosum	104	15	N45-2
G05-CB-644 malla 21 NOX	Cleistosphaeridium diversispinosum	96,8	14,4	N38-3

Placa	Morfortipo	Coordenadas Axiostar		England finder
		X	Y	
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma sp 2	104,5	13	O46-3
G05-CB-644 malla 21 NOX	Lingulodinium macherophorum	104,5	13	O46-3
G05-CB-644 malla 21 NOX	Chiropteridium sp 2	96,5	12	Q38-1
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma rigaudiae	103	11,9	Q44-2
G05-CB-644 malla 21 NOX	Quiste no identificado	102	11,9	Q43
G05-CB-644 malla 21 NOX	Operculodinium centrocarpum	100,1	10	R41-4
G05-CB-644 malla 21 NOX	Quiste no identificado	97,1	10,5	R38
G05-CB-644 malla 21 NOX	Stelalladinium sp 1	89	96	S30-4
G05-CB-644 malla 21 NOX	Chiropteridium sp 2	92,9	8,3	T33-4
G05-CB-644 malla 21 NOX	Spiniferites sp 1	93,9	8,1	T35-3
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma sp 3	96,1	8,5	T37
G05-CB-644 malla 21 NOX	Homotryblim floripes	101	9,1	S42-4
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma sp 3	83,1	6,1	V24-3
G05-CB-644 malla 21 NOX	Quiste no identificado	86,1	6,5	V27
G05-CB-644 malla 21 NOX	Spiniferites sp 1	87	7	U28-3
G05-CB-644 malla 21 NOX	Cleistosphaeridium diversispinosum	88,1	5,5	W29
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma sp 3	89,9	5,6	W30
G05-CB-644 malla 21 NOX	Spiniferites sp 1	91,9	5,9	W32-2
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma rigaudiae	92,9	5,5	W34-3
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma sp 1	85,1	18,9	H26-3
G05-CB-644 malla 21 NOX	Cleistosphaeridium diversispinosum	104	4,9	X45
G05-CB-644 malla 21 NOX	Hystrichokolpoma sp1	88,5	4,5	X29-4
G05-CB-644 malla 21 OX	Operculodinium?	100,1	23	D42-1
G05-CB-644 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum	89,9	20	G30-4
G05-CB-644 malla 21 OX	Hystrichokolpoma sp 3	80	19	H20-4
G05-CB-644 malla 21 OX	Hystrichokolpoma sp 3	81	18,1	J22-3
G05-CB-644 malla 21 OX	Spiniferites sp 1	100,1	17,9	J41-4
G05-CB-644 malla 21 OX	Cleistosphaeridium diversispinosum	87,9	14,9	N28
G05-CB-644 malla 21 OX	Cleistosphaeridium	78,1	12,2	P19-3
G05-CB-644 malla 21 OX	Cleistosphaeridium diversispinosum	88	11,1	Q29-3
G05-CB-644 malla 21 OX	Hystrichokolpoma sp 3	103,9	8,2	T45-3
G05-CB-644 malla 21 OX	Cleistosphaeridium diversispinosum	79,9	8,9	T20
G05-CB-644 malla 21 OX	Hystrichokolpoma rigaudiae	85	7	V26-1
G05-CB-644 malla 21 OX	Cleistosphaeridium diversispinosum	96,9	5,2	W38-3
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	70,1	14,9	M10-4
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Hystrichokolpoma rigaudiae	95	7	V36-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	98,9	7	V40
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	105,9	6,9	V47
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Lingulodinium macherophorum	105,1	6,5	V47-3
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	105	5,2	X46-2
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	104,5	5,2	X46-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Cleistosphaeridium diversispinosum	95	5,2	W36
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	102,9	5	X44
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Stelalladinium sp 1	105	4,2	Y46-2

Placa	Morfortipo	Coordenadas Axiostar		England finder
		X	Y	
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	111	3,5	Y52-4
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	94,9	3,5	Y35-4
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim sp2	65,9	22,5	E5-2
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	81,9	18,1	J22
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	68,9	16,9	L9-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	71	15,9	M11
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Stelalladinium sp 1	99,1	15	M40-4
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	99,3	15	M40-4
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	102,9	14,9	N44-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	104	15	M45-4
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim sp	109,5	14,3	N51
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	102,9	14	O44-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	95,2	13,3	O36
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	98,1	13	P39-2
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	97,1	12,4	P38
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Stelalladinium sp 1	98	12,5	P39
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Quiste no identificado	92,9	11,9	Q34-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	100	11,9	Q41
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	105,1	11,9	Q47
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Operculodinium centrocarpum	107,9	11,9	Q49
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	110	11,9	Q52-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Quiste no identificado	107,1	11	R49-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	107,9	11	R49-2
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	96	10,5	R37
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Lingulodinium macherophorum	111,9	10,1	R53-3
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	92,9	101	R34-3
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Spiniferites sp1	97	9,9	S38
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Cleistosphaeridium diversispinosum	101	9,9	S42-2
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	111,1	9,2	S53-3
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	93,9	8,9	T35-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	108,1	9	T50-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	109,5	9	T51-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Chiropteridium sp1	105	8,3	T46-4
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Stelalladinium sp 1	102,5	8,6	T44-3
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	94	8	U35
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Stelalladinium sp 1	110,1	8	U52-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	94,5	6,9	V35-2
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	70,9	13,9	O11-1
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	76,5	13	O17-3
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Spiniferites sp 1	80,1	13,4	O20-2
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	64,5	6,5	V4
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	103,5	24	C45
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Spiniferites sp 1	104	24	C45-2
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Spiniferites sp 2	105,9	22,5	D47

Placa	Morfortipo	Coordenadas Axiostar		England finder
		X	Y	
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Lingulodinium sp	94,2	22	E35
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes	109	21,8	F50-2
G05-CB-653 Gli Utrecht (2)	Homotryblim floripes breviradiatum	110	21,2	F52-1
G05-CB-655 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	95,9	22,9	D37-3
G05-CB-655 Gli malla 21	Cleistosphaeridium diversispinosum	104,1	18,9	J45-2
G05-CB-655 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	102	18,9	J43
G05-CB-655 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	91,5	18	K32-2
G05-CB-655 Gli malla 21	Spiniferites sp 2	97	17,8	K38
G05-CB-655 Gli malla 21	Cleistosphaeridium	104	17,1	K45-4
G05-CB-655 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	95,9	17	K37-3
G05-CB-655 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	98	16,1	M39-1
G05-CB-655 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	100,1	16,1	L41-4
G05-CB-655 Gli malla 21	Polysphaeridium zoharyi	101	15,4	M42
G05-CB-655 Gli malla 21	Cleistosphaeridium diversispinosum	85,5	14,9	N26-1
G05-CB-655 Gli malla 21	Cleistosphaeridium diversispinosum	96,5	12,5	P38-3
G05-CB-655 Gli malla 21	Spiniferites sp 2	86,8	11	R27
G05-CB-655 Gli malla 21	Operculodinium centrocarpum	102,1	12	Q43-2
G05-CB-655 Gli malla 21	Spiniferites sp 1	105	10,9	R46
G05-CB-655 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	89	8,6	T30-3
G05-CB-655 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	89,1	7,2	U30
G05-CB-655 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	93	6	V34-1
G05-CB-655 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	102,5	4	Y44-1
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 1	85,1	24,5	B25-4
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 2	105,9	22,9	E47-2
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 1	93,1	21,9	E34-4
G05-CB-664 malla 21 OX	Spiniferites sp 1	84,1	22,9	D25-1
G05-CB-664 malla 21 OX	Lejeunecysta sp 4	80,1	21,3	F20-2
G05-CB-664 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum	81,9	21,3	F22-2
G05-CB-664 malla 21 OX	Quiste no identificado	89,9	20,3	G30-2
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp1	92	20,3	F33-3
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 1	105,1	19,1	H46-2
G05-CB-664 malla 21 OX	Quiste no identificado	105,9	18,8	J47
G05-CB-664 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum	103,5	18,5	J45-1
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 1	93	17,9	J34-3
G05-CB-664 malla 21 OX	Lingulodinium macherophorum	102	16,2	L43
G05-CB-664 malla 21 OX	Quiste no identificado	105	15,5	M45-2
G05-CB-664 malla 21 OX	Cleistosphaeridium diversispinosum	97,1	13,9	O38-2
G05-CB-664 malla 21 OX	Quiste no identificado	91,1	13	O32-3
G05-CB-664 malla 21 OX	Spiniferites sp 1	81,1	11,1	R22-1
G05-CB-664 malla 21 OX	Polysphaeridium zoharyi	100,9	11,5	Q42
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 1	103,5	11,3	Q45-3
G05-CB-664 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum 2	106	11	R47-2
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 2	101	10	R42-4
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 2	101,9	10	R43-3

Placa	Morfortipo	Coordenadas Axiostar		England finder
		X	Y	
G05-CB-664 malla 21 OX	Operculodinium centrocarpum	99	10,1	R40
G05-CB-664 malla 21 OX	Polysphaeridium zoharyi	88	9,9	S29-1
G05-CB-664 malla 21 OX	Quiste no identificado	80	8	T21-3
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 1	104,9	7,4	U46
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 1	92,1	7,1	U33-4
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 1	92,1	7,1	U33-4
G05-CB-664 malla 21 OX	Chiropteridium sp 1	87	4,9	X28
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	103,5	3,5	Y45-3
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	103	3	Z44
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	100,5	3	Z42-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	98,9	3	Z40-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	92	3,4	Y33-3
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	90	4	Y31-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	96,9	4	Y38-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	100,3	4	Y41-2
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	104,9	4,2	X46-4
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	104	4,5	X45
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	99,5	7,8	U40-2
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	103,8	8,1	T45-3
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	98,5	8,5	T39-4
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	94,2	9	T35-2
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	88,9	9,2	S30-3
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	89	9,3	S30-3
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	86,1	8,9	T27-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	97,2	15,2	M38-4
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	85,2	15,1	M26
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	96,9	16,9	L38-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	96,2	16,8	L37-2
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	87	16,8	L28-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	96,2	16,8	L38-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	99,1	17,1	K41
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	89	17,1	K30-3
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	86	19	H27-3
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	86	17,9	J27
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	86,1	18	J27
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	88	17	K29-3
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	104	17,6	K45
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	103,5	17,8	K45-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	97,9	20,8	F39-3
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 1	104,5	5	X46-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 3	105	5	X46-2
G05-CB-679 Gli malla 21	Hystrichokolpoma sp 1	96,9	6	W38-1
G05-CB-679 Gli malla 21	Chiropteridium sp 2	103,9	7,3	U44-3
G05-CB-679 Gli malla 21	Lingulodinium macherophorum	90	3,2	Y31-3

ANEXO 3.

Datos cuantitativos de quistes de dinoflagelados para el intervalo analizado de la sección Arroyo Alferez.

	G05-CB-262	G05-CB-276	G05-CB-291	G05-CB-306	G05-CB-313	G05-CB-320	G05-CB-334	G05-CB-350	G05-CB-362	G05-CB-371	G05-CB-373	G05-CB-381	G05-CB-387	G05-CB-394	G05-CB-406	G05-CB-422	G05-CB-433	G05-CB-443	G05-CB-455	G05-CB-471	G05-CB-478	G05-CB-490	G05-CB-503	G05-CB-522	G05-CB-539	G05-CB-557	G05-CB-571	G05-CB-586	G05-CB-600	G05-CB-610	G05-CB-619	G05-CB-631	G05-CB-644	G05-CB-653	G05-CB-655	G05-CB-664	G05-CB-679	G05-CB-693	G05-CB-700	G05-CB-708	G05-CB-711				
<i>Lingulodinium macherophorum</i>	4		3	2		1	14	1	2																							2	8	4	3	1	3								
<i>Cleistosphaeridium diversispinosum</i>	1		6							1																							12	2	4	1									
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	1						23		1					1															1	1	27	3	1	2											
<i>Spiniferites sp 2</i>																																													
<i>Spiniferites sp 1</i>		2	3							1			1									1					1								1	2									
<i>Homotryblum floripes</i>		2	3	3	1	1	11	1	3	5	3	2	1													1			1	2			5	2	1	2									
<i>Lejeunecysta sp 1</i>		2		2	2		1						3																					20											
<i>Lejeunecysta sp 2</i>			1																			1																							
<i>Homotryblum floripes breviradiatum</i>			1																													1			5										
<i>Lejeunecysta sp 3</i>				1																																									
<i>Hystrihokolpoma sp 2</i>																																													
<i>Polysphaeridium zoharii</i>							8																									1	7		8										
<i>Chiropteridium sp 1</i>									1																	6			1	1															
<i>Chiropteridium sp 2</i>																																		1	1										
<i>Chiropteridium sp 3</i>																																	2	2											
<i>Stelladinium sp</i>																																	3	1	5										

ANEXO 4

GLOSARIO

Acavado: quiste que no tiene cavidades entre sus paredes.

Antapical: se refiere a la extensión posterior del hipoquiste.

Apical: se refiere a la extensión anterior del epiquiste.

Arqueópilo: abertura generada por la pérdida de una o más paraplacas y que permite la germinación de la forma de resistencia o quiste.

Autofragma: se refiere a la capa que rodea la cavidad interna en los quistes con estructura más simple.

Cíngulo: línea media del quiste (Hace referencia a la forma móvil) donde se encuentran los flagelos, en el quiste se usa con el prefijo para.

Distal: se refiere a la parte de los procesos que está más alejada de la base.

Dorsal: se refiere a la parte de la teca (o del quiste) opuesta al sulco.

Endofragma: se refiere a la capa interna de la pared en los quistes que presentan dos capas.

Epiquiste: corresponde a la epiteca en la forma móvil, porción del quiste que se encuentra por encima del “cingulum”.

Epicistal: se refiere al epiquiste.

Escolorado: se refiere al quiste que presenta proyecciones a manera de procesos prominentes.

Gonal: se refiere a las proyecciones que se ubican en los ángulos de las paraplacas.

Hipoquiste: corresponde a la hipoteca en la forma móvil, porción del quiste que se encuentra por debajo del “cingulum”.

Intergonal: se refiere a las proyecciones que se ubican a lo largo de los bordes de las paraplacas.

Intratabular: se refiere a procesos o proyecciones asociados a la parte media de la placa.

Paracíngulo: parte media del quiste, análoga al cíngulo en las formas móviles.

Paraplaca: área del quiste equivalente a la placa en la teca.

Parasulco: característica del quiste análoga al sulco en las formas móviles.

Parasutural: se refiere a la parasutura o unión entre placas adyacentes y que pueden estar expresadas, por septas, líneas continuas, proyecciones o espinas.

Paratabulación: patrón de ordenamiento de las placas (paraplacas) en el quiste. Usualmente se expresa como una fórmula numérica, la cual indica las series de placas presentes y el número de placas en cada serie.

Penitabular: se refiere a los caracteres (procesos, septas, líneas de gránulos) que se encuentran inmediatamente adentro de los márgenes o suturas de las placas.

Perifragma: se refiere a la capa externa de la pared en los quistes que presentan dos capas.

Placa: se refiere a los elementos individuales, unidos entre sí por suturas, que conforman la teca.

Precingular: ubicado entre el ápice y el paracíngulo en los quistes, anterior al “cingulum”.

Proximado: se refiere a los quistes que se forman en contacto con la teca y en consecuencia, la morfología de ambos es análoga.

Sulco: surco alargado que aloja al flagelo longitudinal.

Tabular: distribución del relieve que indica la paratabulación.

Ventral: parte de la teca (o del quiste) donde se ubica el sulco.