

Análisis palinológico de un homicidio en la Provincia de Buenos Aires, Argentina

L. Povilauskas *

Departamento de Paleobotánica, Universidad Nacional de La Plata, 1900, Buenos Aires, Argentina

**Endereço de e-mail para correspondência: lepovilauskas@gmail.com. Tel.: +XX-XX-XXXX-XXXX.*

Recebido em 11/07/2017; Revisado em 04/10/2017; Aceito em 14/10/2017

Resumen

Los objetivos de esta contribución son dar a conocer las actividades desarrolladas en base a la Palinología Forense en un caso de homicidio calificado ocurrido en la Provincia de Buenos Aires, Argentina; y poner al alcance de los científicos naturalistas algunas metodologías periciales adecuadas para fomentar su participación con el fin de sumar aportes a la hora de esclarecer un crimen desde la Palinología. En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos a partir del estudio y análisis palinológico sobre un homicidio realizado en los márgenes del río Reconquista, en la Provincia de Buenos Aires. Se realizó un estudio exhaustivo de la flora del lugar y, el análisis de las muestras que han sido colectadas a lo largo de las márgenes del río Reconquista ha arrojado como resultado una asociación palinológica conformada por polen y quistes de algas. Los espectros polínicos están dominados principalmente por granos de polen de cañaverales (*Arundo donax*), *Salicaceae*, *Cyperaceae* y *Poaceae*, con *Asteraceae* y *Myrtaceae* subordinados. Las algas dinofíceas están representadas por quistes de dinoflagelados estuáricos del orden *Gonyaulacales* (*Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson) Wall. Las algas clorofíceas consisten en cenobios de *Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini y colonias de *Botryococcus braunii* Kützing, y entre las *Cyanophyta* se encontraron vainas de *Rivulariaceae* (*Gloeotrichia* sp.). Un protocolo de investigación forense implica algunas consideraciones para tener en cuenta, como la escena del crimen, la recolección apropiada de muestras y, el análisis palinológico del laboratorio, quedando a disposición de los jueces y fiscales como pruebas muy útiles para la investigación de un homicidio.

Palabras-Clave: Palinología Forense; Botánica; Homicidio; Argentina.

Abstract

The objectives of this contribution is to publicize the activities developed on the basis of Forensic Palynology in a case of a homicide occurred in the Buenos Aires Province, Argentine; and make available some expert naturalists scientific methodologies appropriate to encourage their participation in order to add contributions to clarify when a crime from Palynology. In this paper the results obtained from the study on the field of palynological analysis on a murder occurred in the riverbanks of Reconquista, in the Buenos Aires Province are exposed. A comprehensive study of the local flora was performed and the analysis of the samples that have been collected along the banks of Reconquista River has yielded results in palynological association made up of pollen and algae cysts. Pollen spectra is mainly dominated by sugar cane fields pollen grains (*Arundo donax*), *Salicaceae*, *Cyperaceae* and *Poaceae*, *Asteraceae* and *Myrtaceae* with subordinates. The dinofíceas algae are represented by cysts estuarine dinoflagellates order *Gonyaulacales* (*Operculodinium centrocarpum* (Deflandre and Cookson) Wall. The clorofíceas algae consist of monasteries of *Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini and colonies *Botryococcus braunii* Kützing, and between *Cyanophyta* found of *Rivulariaceae* (*Gloeotrichia* sp.). A protocol of forensic investigation involves some considerations to take into account such us the crime scene, proper sample collection and palynological analysis subsequently performed in the laboratory, placed at the disposal of Judges and Prosecutors evidence are very useful investigating of a homicide.

Keywords: Forensic Palynology; Botany; Homicide; Argentina.

1. INTRODUCCIÓN

La Palinología Forense es una disciplina dedicada al estudio de los granos de polen y las esporas

aplicada en el área legal y forense. Esta ciencia se centra fundamentalmente en el análisis de la exina de los palinomorfos, que presenta patrones estructurales

diferentes, y a partir de su estudio y análisis microscópico se pueden distinguir taxones diferentes a distintos niveles taxonómicos (familia, géneros, especies). Los palinomorfos suelen ser abundantes en todo tipo de ambiente y pueden utilizarse como pruebas de rastro en las diferentes escenas del crimen [1-3]. Frecuentemente, la palinología forense es utilizada como el último recurso disponible, cuando las otras técnicas de investigación han fallado en proveer una solución y se tiene que acudir a los restos microscópicos adheridos a la víctima para el esclarecimiento de un crimen. Sin embargo, son cada vez más numerosos los casos resueltos con ayuda de esta ciencia [4].

En esta contribución se realizó un análisis detallado de la flora del lugar donde se encontró el cuerpo de la víctima, ubicado en un brazo del río Reconquista de muy difícil acceso, en la Provincia de Buenos Aires (Fig. 1). La Provincia de Buenos Aires está situada al este del país, con una superficie de aproximadamente 307.571 km², y lindera con el Río Reconquista [5]. El Río Reconquista también conocido como Río de Las Conchas (hasta 1954) y luego Río de la Reconquista, es un río cuya cuenca abarca 18 partidos del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) y de zonas rurales cercanas, en Argentina. Limita al noroeste con la cuenca del río Luján; al noreste con el mismo río Luján en la zona de su desembocadura en el Río de la Plata; al

suroeste con la porción media y superior de la cuenca del río Matanza-Riachuelo [6]. La cuenca comprende 134 cursos de agua que recorren un total de 606 kilómetros, de los que 82 km corresponden al Río Reconquista. Las características de este río son típicas de un curso de llanura, y su caudal puede variar entre 69.000 m³/día y 1.700.000 m³/día. y su cuenca se encuentra territorialmente conformada por casi la totalidad de los partidos de: San Fernando, Hurlingham, Ituzaingó y San Miguel con alrededor del 100% dentro de la cuenca. Cabe destacar que la vegetación ha sido modificada por las actividades humanas y la construcción del dique Roggero que modificó el ecosistema circundante, por lo que la flora está profundamente modificada. La vegetación de la región se compone principalmente de una serie de bosque tropical con manglares subordinadas. En la región costera de la Provincia de Buenos Aires, prevalecen las condiciones climáticas de humedad y temperatura en las estaciones de verano [7-8]. Las condiciones de vulnerabilidad en la cuenca del río Reconquista son producto de los residuos sólidos de los basurales clandestinos a cielo abierto, la toma indiscriminada de agua subterránea, y la libre circulación de los efluentes líquidos domiciliarios e industriales que afectan superficialmente a importantes sectores del área de influencia.



Fig. 1. Mapa de localización mostrando el área geográfica, Río Reconquista, en la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

El cuerpo de la víctima presentaba indicios de haber estado sumergido en el agua. Durante la investigación, rastros de granos de polen pertenecientes principalmente a la especie *Arundo donax* fueron encontrados en la escena del crimen y en un auto secuestrado días posteriores al homicidio; lo cual sirvió como evidencia para probar que el vehículo había estado involucrado en el crimen [9-11]. Los palinomorfos acuáticos presentes, no polínicos, representan a las comunidades fito y zooplanctónicas, o bentónicas, que se desarrollaron en

los cuerpos de agua, que permiten inferir los parámetros físicos y químicos del agua y las variaciones ambientales locales [12-14]. Entre los remanentes de origen algal, se incluyen los quistes de dinoflagelados o dinoquistes formando parte de la asociación encontrada. Debido a que la flora varía geográficamente en su composición, una combinación de granos de polen y esporas hallada en un elemento dado en una investigación será indicativa de una ubicación geográfica específica [15].

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el muestreo palinológico se trabajó con la parte superficial del suelo (0 a 4 cm) en el lugar del hecho, se recolectaron restos vegetales directamente del suelo, y de las prendas de la víctima. En el laboratorio se realizó el tamizado de las muestras a través de diferentes tamaños de mallas, decreciendo desde el tope hacia abajo [16]; se utilizó el método básico usado para la separación de partículas orgánicas de las inorgánicas en las muestras tomadas, con el agregado de cloruro de zinc y peróxido de hidrógeno (H₂O₂) para remover la materia orgánica [17]. La concentración de palinomorfos en el laboratorio se efectuó siguiendo las técnicas de Heusser & Stock [16]. Los residuos obtenidos se almacenaron en la Palinoteca del Laboratorio de la División Química Legal de La Plata. Los palinomorfos tienen el potencial de ofrecer una

excelente evidencia de rastro. Son muy pequeños, transferidos fácilmente entre los objetos, pudiendo persistir en éstos durante un período prolongado de tiempo. Por lo tanto, cumplen los requisitos para ser transferidos con éxito y detectar rastros de evidencia.

Bajo el microscopio óptico, se contabilizaron un total de 300-400 palinomorfos (continentales y acuáticos) por muestra y se volcaron los datos del conteo a las tablas porcentuales o diagramas gráficos (Fig. 2). Los ejemplares fueron estudiados con el microscopio Leitz Wetzlar Germany y Olympus BX51, de la Sección de Ciencias Naturales de la División Química Legal de La Plata y se tomaron fotografías con el microscopio electrónico de barrido (MEB), de la División Microscopía Electrónica. Para la identificación de los palinomorfos acuáticos, se utilizaron los trabajos de por ejemplo [18-20].

%	Poaceae	Salicaceae	Cyperaceae	Asteraceae	Myrtaceae	Dinoflagel.	Chlorophyta	Cyanophyta
Escena del crimen	80	6	4	3	0.5	1.5	3	2
Vestimenta	82	5	3.5	2	2	2	3	0.5
Automóvil	75	7	5	2	2.5	2.5	4	2

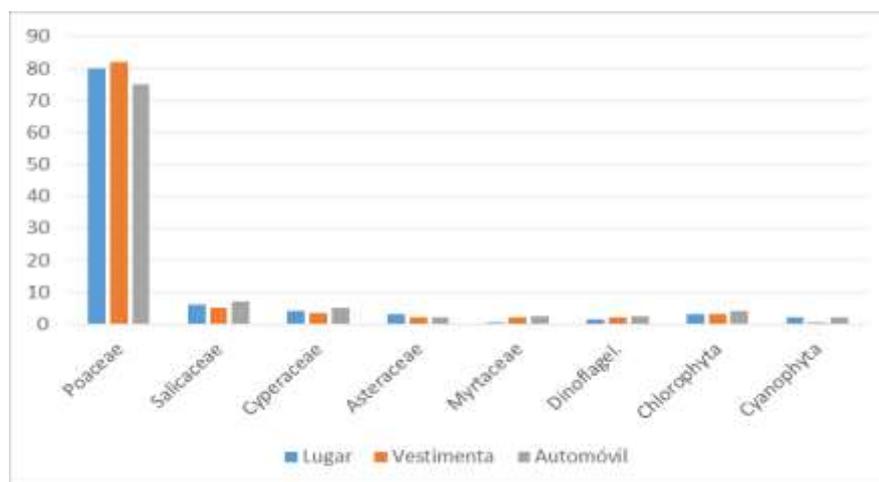


Fig. 2. Porcentajes obtenidos de cada tipo de palinomorfos en muestras identificadas como el lugar donde se encontró el cuerpo de la víctima, la vestimenta y el automóvil secuestrado.

Sobre la base de presencia/ausencia de las especies y taxones identificados en las 16 muestras recolectadas, se confeccionó una tabla con valores que varían entre 1 y 0, donde 1 representa la presencia y 0 la ausencia en cada muestra (Tab. 1). Se analizaron 16 muestras obtenidas en las márgenes del Río Reconquista, en donde las muestras numeradas del 1 al 6 son provenientes del lugar en donde fue encontrado el cuerpo de la víctima; las muestras 7 a 11 son las recuperadas de la ropa de la víctima; y las muestras 12 a la 16 son las obtenidas del automóvil secuestrado (Fig. 3).

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las asociaciones palinológicas recuperadas están integradas por polen, esporas de hongos, remanentes de algas y dinoflagelados. Se identificaron granos de polen pertenecientes a la familia Poaceae (anteriormente llamadas gramíneas), a la especie *Arundo donax*, Salicaceae (*Populus* sp.), Cyperaceae (*Carex halleriana*) y con Asteraceae (*Eclipta* sp.) y Myrtaceae (*Eucalyptus* sp.) subordinados. La asociación de quistes de dinoflagelados contiene poca diversidad y está integrada únicamente por gonyaulacoideos: *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson)

Wall. Las Chlorophyta de agua dulce están representadas por cenobios de Hydrodictyaceae (*Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini) y agregados coloniales de *Botryococcus braunii* Kützing. En el 80 % de las muestras el taxón dominante es *Arundo donax*. Entre las Cyanophyta se reconocieron vainas de Rivulariaceae (*Gloeotrichia* sp.) (Fig. 4).

La lista de presencia/ausencia de especies y/o géneros de los recuentos de polen, remanentes de algas y quistes de dinoflagelados se presentan en Tab. 1.

El género *Arundo* (nombre genérico que del latín significa “caña”) fue descrito por Carlos Linneo y

publicado en “Species Plantarum” en 1753 [21]. *Arundo* son gramíneas de cañas duras, generalmente huecas, por lo común son plantas muy altas, forman macollos densos, con tallos erectos y sin ramificación basal. Es una Arundinoideae, se caracteriza por ser plantas muy robustas mayores de 1,5 metros de altura. Son hierbas perennes, es decir, que crecen todo el año sin morir en el invierno. Esta especie fue introducida en América y se ha naturalizado, manteniéndose en los alrededores de viviendas y zonas de cultivos, incluso se siembra en parques y jardines.

Tab. 1. Lista de presencia/ausencia de palinomorfos identificados, granos de polen, remanentes de algas y quistes de dinoflagelados. (1), presencia de taxa (0), ausencia de taxa. Muestras 1, 2, 3, 4, 5, 6: Escena del crimen. Muestras 7, 8, 9, 10, 11: Vestimenta de la víctima. Muestras 12, 13, 14, 15, 16: Automóvil secuestrado.

Tipos polínicos / Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Arundo</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Populus</i>	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1
<i>Carex</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>Eclipta</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
<i>Eucalyptus</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
<i>Operculodinium</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
<i>Pediastrum</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Botryococcus</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Gloeotrichia</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1



Figura 3. Identificación del lugar donde se encontró el cuerpo de la víctima.

En el área rural ocupa las riveras de acequias y canales entre los cultivos formando un gran seto de cañaveral, que ofrece cobijo a muchas especies de vertebrados y aves, por lo cual son especialmente considerados en algunas zonas y su corta o quema está restringida a periodos del año que no perjudiquen a la estación de cría. Se encuentra en lugares húmedos y encharcados, en acequias y cursos de agua, creciendo en largas colonias. Prefieren un suelo fértil, húmedo, en un lugar protegido de sol, de preferencia por el agua. Pero también se desarrolla sin problemas en todo tipo de

suelos, de arcillas pesadas a las arenas sueltas y de los suelos de grava. Presenta una amplia distribución en Argentina, Brasil y Chile.

La distribución actual de los dinoflagelados depende fundamentalmente de la temperatura, la salinidad y la distancia a la costa, esta última relacionada probablemente con el suministro de nutrientes [8,22-24]. Otros factores que controlan su crecimiento son la luz, influencia de las mareas, polución y predación por otros organismos [20]. A una escala global ocurren en

bandas latitudinales amplias, formando asociaciones de latitudes bajas, medias y altas [14].

La mayoría de las especies de dinocistos actuales pertenecen a los órdenes Peridiniales, Gymnodiniales y Gonyaulacales. Los dinoflagelados del orden Gonyaulacales son favorecidos por aguas estratificadas superficialmente templadas, en contraste con los peridinioideos que están asociados con áreas de *upwelling* donde las aguas son más frías y ricas en nutrientes. *Operculodinium centrocarpum* tiene una

distribución cosmopolita, desde ambientes costeros a oceánicos profundos y una gran tolerancia a un amplio rango de temperatura y salinidad, encontrándose en climas árticos a tropicales [24-25]. En anteriores investigaciones realizadas [3,12,19,26-29] se describen morfotipos con procesos cortos que han sido relacionados a ambientes de baja salinidad. Los morfotipos con procesos de poca longitud y gruesos, serían característicos de salinidades bajas en ambientes restringidos [29].

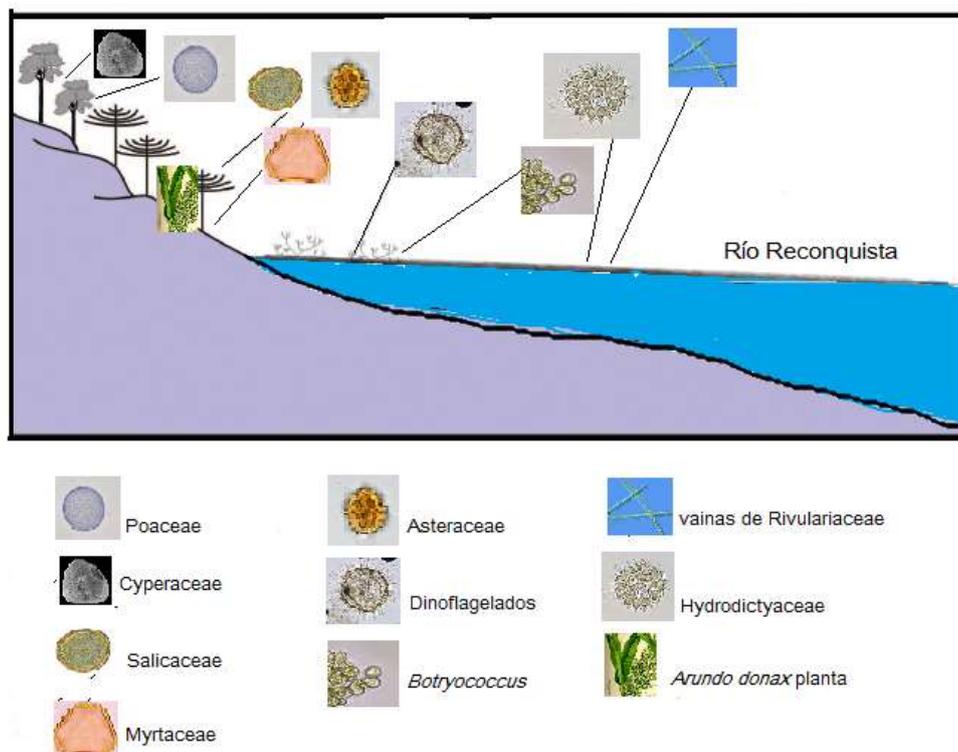


Fig. 4. Modelo ambiental mostrando la asociación palinológica recuperada.

4. CONCLUSIONES

La presencia de grandes cantidades de polen provenientes de una planta en particular *Arundo donax*, perteneciente a la familia Poaceae, fueron hallados en la ropa de la víctima y en el vehículo secuestrado; y esto apunta fuertemente a que la especie de polen estuvo en contacto con la planta madre; por lo tanto es indispensable para identificar la ubicación de la escena del crimen, la ubicación de la especie identificada. Asimismo, la asociación esporopolínica está integrada por varias familias de polen subordinadas como Salicaceae, Cyperaceae, Asteraceae y Myrtaceae en bajos porcentajes [30], acompañados por quistes de dinoflagelados (Gonyaulacales), cenobios de Hydrodictyaceae y agregados coloniales de *Botryococcus*, determinando un ambiente típico de lugares húmedos y encharcados, como acequias y cursos

de agua, donde las aguas superficialmente son templadas (Fig. 4) [31-32].

Se espera que el contenido de esta contribución sea de utilidad a palinólogos, antropólogos, arqueólogos, botánicos y profesionales de Argentina y otros países, que trabajen en la búsqueda de indicios, objetos y elementos vinculados a un crimen, en casos forenses en los que es necesario hacer un aporte a partir de la Palinología Forense. En nuestro país, se ha tratado de ampliar estas herramientas de soporte y de investigación forense para Jueces, Fiscales y demás autoridades colocando a su disposición el análisis de elementos de estudio que no son comunes en nuestro medio, como es la Palinología Forense.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece los comentarios sugeridos por la Lic. en Antropología M. Valderrama para la mejoría del

manuscrito y a la División Paleobotánica (UNLP) por haber permitido el estudio de este análisis palinológico.

REFERENCIAS

- [1] L. Povilauskas. Palinología Forense, Aportes a la investigación criminal en Argentina. *Mendoza Forense* **1**, 13-19, 2016.
- [2] *Forensic Palynology in the United States – from Crimes and Clues*, The Art and Science of Criminal Investigation. <http://www.crimeandclues.com/palynologyus.htm>
- [3] P. J. Mudie. *Palynology of later Quaternary marine sediments*. Tesis doctoral, Department of Geology, Dalhousie University, Halifax, 628 pp. Inédito, 1980.
- [4] J. M. Nassar. *La botánica como herramienta de la investigación criminal*. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, Venezuela. Disponible en la Wild Word Web, 2005.
- [5] R. C. Forzza. *Lista de espécies Flora do Brasil*. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>, 2010.
- [6] J. C. Mantero. *Puesta en valor turístico recreacional de la cuenca del salado, proyecto y territorio*. In, Aportes y transferencia Universidad Nacional de Mar del Plata (ed). 11-26 pp, 2002.
- [7] J. P. Pals, B. van Geel and A. Delfos “Paleoecological studies in the Klokkeweelbognear Hoogkarspel (Prov. of NoordHolland).” *Review of Palaeobotany and Palynology* **30**, 371-418, 1980.
- [8] D. Wall, B. Dale, G. P. Lohmann and W. K. Smith. The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the North and South Atlantic ocean and adjacent seas. *Marine Micropaleontology* **2**, 121-200, 1977.
- [9] A. Espejo Serna, A. R. López-Ferrari and J. Valdés-Reyna. Poaceae. Monocot. Mexic. *Sinopsis Floríst.* **10**, 7-236, 2000.
- [10] J. F. Morales. Poaceae. En, Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. 3. B. E. Hammel, M. H. Grayum, C. Herrera and N. Zamora (eds.). Monogr. *Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* **93**, 598-821, 2003.
- [11] R. W. Pohl. Gynerium Willd. ex P. Beauv. *Fl. Mesoamer.* **6**, 252-253, 1994.
- [12] A. De Vernal; L. Londeix; P. J. Mudie; R. Harland; M. T. Morzadec- Kerfourn; J. I. Turon and J. H. Wrenn. *Quaternary organic-walled dinoflagellate cysts of the North Atlantic ocean and adjacent seas, ecostratigraphy and biostratigraphy*. En, M. J. Head and J. H. Wrenn (eds.), Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, pp. 289-328, 1992.
- [13] J. Revelles; F. Burjachs and B. van Geel. Pollen and non-pollen palynomorphs from the Early Neolithic settlement of La Draga (Girona, Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* **225**, 1-20, 2016.
- [14] P. J. Mudie and R. Harland. Chapter 21. *Aquatic Quaternary*. En, J. Jansonius and D. C. McGregor (eds.). Palynology, principles and applications, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, pp. 843-877, 1996.
- [15] M. Martínez-Sánchez; S. Fernández y J. Carrión. Palinología y escenario forense. Un caso de estudio del sureste de España. *Anales de Biología* **30**, 43-54, 2008.
- [16] L. Heusser and C. Stock. Preparation techniques for concentrating pollen from marine sediments and other sediments with low pollen density. *Palynology* **8**, 225-227, 1984.
- [17] M. D. Soriano Soto, et al. *Prácticas de Edafología y Climatología*. Valencia, España, Alfaomega, 140 p., 2004.
- [18] B. Dale. Cyst formation, sedimentation and preservation, factors affecting dinoflagellate assemblages in recent sediments from Trondheimsfjord, Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology* **22**, 39-60, 1976.
- [19] A. De Vernal; C. Goyette and C. G. Rodrigues. Contribution palynostratigraphique (dinoquistes, pollen et spores) á la mer de Champlain, coupe de Saint-Césaire Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences* **26**, 2450-2464, 1989.
- [20] F. J. R. Taylor. Ecology of dinoflagellates. En, F. J. R. Taylor (ed.), Thebiology of dinoflagellates, *Botanical Monographs* **21**, 399-502, 1987.
- [21] G. Davidse. Arundo. In Catalogue of New World Grasses (Poaceae), III. Subfamilies Panicoideae, Aristidoideae, Arundinoideae, and Danthonioideae. *Contr. U.S. Natl. Herb.* **46**, 113-115, 2003.
- [22] B. Dale. *Dinoflagellate cysts ecology, modeling and geological applications*. En, J. Jansonius and D.C. McGregor (eds.). Palynology, principles and applications, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, pp. 1249-1275, 1996.
- [23] R. Harland. Distribution maps of recent dinoflagellate cysts in bottom sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas. *Palaeontology* **26**, 321-387, 1983.
- [24] L. E. Edwards and A. S. Andrieu. *Distribution of selected dinoflagellate cysts in modern marine sediments*. En, M. J. Head and J. H. Wrenn (eds.), Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 69-87 pp, 1982.
- [25] F. Marret and J. Scourse. Control of modern dinoflagellate cyst distribution in the Irish and Celtic seas by seasonal stratification dynamics. *Marine Micropaleontology* **47**, 101-116, 2002.
- [26] R. Harland. Quaternary (Flandrian) dinoflagellate cysts from the Grand Banks of Newfoundland, Canada.

Review of Palaeobotany and Palynology **16**, 229-242, 1973.

[27] J. Matthiessen. Distribution patterns of dinoflagellate cysts and other organic walled microfossils in recent Norwegian- Greenland Sea sediments. *Marine Micropaleontology* **24**, 307-334, 1995.

[28] A. Rochon; A. De Vernal; J. L. Turon; J. Matthiessen and M. J. Head. *Distribution of recent dinoflagellate cysts in surface sediments from the North Atlantic ocean and adjacent seas in relation to sea-surface parameters*. American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series 35, 152 pp., 1999.

[29] M. Ellegaard. Variations in dinoflagellate cyst morphology under conditions of changing salinity during the last 2000 years in the Limfjord, Denmark. *Review of Palaeobotany and Palynology* **109**, 65-81, 2000.

[30] G. M. Davidse and A. O. Sousa Sánchez. Alismataceae a Cyperaceae. *Fl. Mesoamer.* **6**, i-xvi, 1-543, 1994.

[31] B. van Geel and S. T. Anderson. Fossil ascospores of the parasitic fungus *Ustilinaeustain* Eemian deposits in Denmark. *Review of Palaeobotany and Palynology* **56**, 89-93, 1988.

[32] B. van Geel and A. Aptroot. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. *Nova Hedwigia*, **82**, 313-329, 2006.