



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

FACULTADE DE CIENCIAS

Trabajo Fin de Grado

**PALINOTECA DE PLANTAS VASCULARES ACUÁTICAS  
PARA EL ANÁLISIS POLÍNICO EN PALEOLIMNOLOGÍA**

Unai Chenlo Alonso

Tutores:

Luisa Santos Fidalgo

Rafael Carballeira Coego

**Grado en Biología**

**AÑO 2014**

Trabajo Fin de Grado presentado en la Facultad de Ciencias de la  
Universidad de A Coruña para la obtención del Grado en Biología

# Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Material y métodos.....</b>	<b>6</b>
3.1 Recolección de plantas vasculares acuáticas.....	6
3.2 Obtención y fosilización de las muestras de polen.....	8
<b>4. Resultados.....</b>	<b>10</b>
<b>5. Discusión.....</b>	<b>19</b>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>25</b>
<b>7. Agradecimientos.....</b>	<b>26</b>
<b>8. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>27</b>
<b>9. Anexo I. Clave dicotómica y caracterización de los tipos polínicos.....</b>	<b>32</b>
<b>10. Anexo II. Fotografías de los tipos polínicos de plantas acuáticas vasculares mediante microscopía óptica.....</b>	<b>45</b>

# 1. Introducción

La investigación en reconstrucción paleoambiental auna el conocimiento actual sobre diversas disciplinas científicas, con la finalidad de poder inferir e interpretar adecuadamente los cambios ambientales del pasado. Para ello, se utilizan diferentes aproximaciones, en base a la información integrada en los registros sedimentarios existentes, constituyendo el análisis polínico de sedimentos una de las aproximaciones más relevantes y más ampliamente utilizadas.

El análisis polínico de sedimentos proporciona una visión única de los cambios pasados en ambientes terrestres y acuáticos, a través de la interpretación de los cambios de la vegetación, como uno de los elementos dominantes que configuran el paisaje. El polen es uno de los microfósiles más abundantes en los sedimentos, ya que es liberado por las plantas en grandes cantidades a la atmósfera, depositándose en la superficie terrestre y de medios acuáticos (lluvia polínica). Por esta razón, el polen integra señales, tanto locales como regionales, representativas de la composición de las comunidades vegetales existentes en un área geográfica concreta. Por otro lado, se preserva en los sedimentos debido a que la composición química de su pared externa o exina, es resistente a la degradación en condiciones anaerobias, permitiendo obtener un espectro representativo de los diferentes tipos polínicos a partir de un volumen reducido de sedimento por su pequeño tamaño. Además, es posible establecer recuentos de los diferentes tipos polínicos sobre los que realizar un análisis estadístico en función de los modelos de edad (Birks & Birks 1980). No obstante, una de las principales debilidades del análisis del polen es la baja resolución taxonómica, al no permitir establecer una relación específica a partir de los diferentes tipos polínicos, sobre todo, en lo que respecta al examen bajo microscopía óptica (M.O.) (Ritchie 1995; Seppä & Bennet 2003).

Como dificultad añadida, la identificación de los diferentes tipos polínicos conlleva un alto grado de especialización debido a la complejidad taxonómica del polen, lo que ha supuesto un inconveniente inicial en el desarrollo de estudios polínicos (Seppä & Bennet 2003). Esta situación se ha ido compensando con un mayor esfuerzo de investigación y un aumento en la proliferación de iconografías de referencia y/o claves ilustradas de polen actual, sobre todo, con gran profusión en las zonas templadas del Hemisferio Norte, tanto a nivel regional como local (Erdtman 1952; Moore *et al.* 1991; Reille, 1992, 1995; Hooghiemstra & van Geel 1998; Colinvaux *et al.* 1999). No obstante, en el ámbito de la reconstrucción paleoambiental debe tenerse en cuenta el deterioro que sufren los granos de polen, de manera que para realizar una correcta identificación de los palinomorfos conservados en los registros sedimentarios se

recurre a la elaboración de una palinoteca de referencia o colección de preparaciones microscópicas de granos de polen fosilizados. Para ello, se somete a los granos de polen a un proceso de fosilización artificial, consistente en la eliminación de la materia orgánica celular del grano de polen, quedando únicamente la pared externa o exina compuesta principalmente de esporopolenina (Erdtman 1960).

Actualmente, mediante un amplio avance conceptual, se abren nuevas perspectivas en la interpretación de los registros paleoambientales, dirigida a la investigación de los problemas ecológicos actuales por medio del conocimiento de los impactos debidos a las perturbaciones del pasado. Este enfoque se implementa también en el ámbito de la conservación, gestión y restauración medioambiental en relación a los impactos antrópicos (MacDonald & Edward 1991; Edward & MacDonald 1991; Seppä & Bennet 2003), así como, para estimar las condiciones de referencia ecológicas de los medios lacustres (Sas 1989; Whitmore & Riedinger-Whitmore 2014).

En este contexto, a pesar de la necesidad de una mayor comunicación entre los ecólogos y paleoecólogos (Smol 1990, Sayer *et al.* 2010), pocos investigadores han establecido el enlace entre los estudios limnológicos y paleolimnológicos, aunque parece evidente que la paleolimnología proporciona un medio de ampliar la escala de tiempo de investigación para inferir cambios en la estructura biológica y el funcionamiento ecológico de estos sistemas lacustres (Cohen 2003; Sayer *et al.* 2010; Hobbs *et al.* 2012; Stutz *et al.* 2012; Randsalu-Wendrup *et al.* 2014; Whitmore & Riedinger-Whitmore 2014). En las lagunas litorales la vegetación acuática juega una función especialmente importante debido a que son medios someros en los que puede desarrollarse en la práctica totalidad de la superficie del sistema, generando una gran biomasa que condiciona la estructura ecológica de los sistemas lacustres. Por esta razón, la vegetación está ganando un mayor protagonismo a la hora de interpretar la evolución misma de estos medios desde una perspectiva paleolimnológica (Danielsen 2010).

Estos sistemas litorales son entidades ecológicas muy complejas con muchos componentes interactuando y altamente dinámicos que requieren para su estudio una escala múltiple, tanto en el espacio como en el tiempo, así como, un enfoque que integre los múltiples factores de estrés que actúan sobre el sistema, para comprender su estructura biológica y su funcionamiento ecológico (Margalef 1983; Wetzel 2001). La variabilidad multifactorial y espacio-temporal intrínseca de los parámetros abióticos implica asimismo cambios significativos en las comunidades bióticas, fluctuaciones que pueden producir alteraciones en el estado ecológico. La teoría de los estados estables alternativos (May 1977; Scheffer *et al.* 2001) establece, que en función de su magnitud, las alteraciones podrían cambiar los procesos de auto-organización y la

estructura del ecosistema alcanzando un nuevo estado estable ecológico. En consecuencia, el ecosistema puede existir en más de un estado estable interno, dándose el cambio, de uno a otro, en función de la histéresis, tendencia del ecosistema a recuperar el estado estable anterior, y la resistencia, capacidad de resistir las perturbaciones sin que ello suponga un cambio de estado estable (Scheffer *et al.* 1993, 1994).

Los lagos someros constituyen el paradigma de sistemas cuya ecología está marcada por cambios de estados alternativos, en los que la vegetación acuática alterna su dominio respecto al fitoplancton, según las perturbaciones que sufra el sistema (Jeppesen *et al.* 1997; 1998; 2003), alternando un estado claro dominado por la vegetación acuática, y un estado oscuro dominado por el fitoplancton con un escaso desarrollo de la vegetación acuática (Scheffer *et al.* 1993, 1994; Scheffer & Van Nes 2007). Por ello, a través de la paleolimnología mediante el análisis polínico, se podría describir cómo las comunidades biológicas pueden adaptarse a un entorno cambiante obteniendo un conocimiento más profundo de la ecología de los ecosistemas naturales y su gestión medioambiental (Moss 1990; Ayres *et al.* 2008), dado que, las respuestas biológicas pueden ser lentas y sutiles, de manera que los estudios de seguimiento más largos no logran captar los cambios más importantes.

En este sentido la realización de una palinoteca de referencia de las principales plantas acuáticas vasculares dominantes en medios lacustres, constituye el primer paso en el seguimiento paleoecológico de la evolución de dichos medios, sobre todo, dada la dificultad del estudio de las plantas acuáticas, entre otras razones, debido a su compleja taxonomía, periodos de desarrollo, floración y reducción floral.

## **2. Objetivos**

1 – Elaborar una colección de láminas de referencia (palinoteca) específica de plantas vasculares acuáticas para el análisis polínico de registros paleolimnológicos.

2 – Realizar una clave dicotómica para la realización del análisis polínico de registros paleolimnológicos con los diferentes tipos polínicos de las plantas vasculares acuáticas obtenidos.

3 - Evaluar la aplicabilidad del análisis polínico fósil de la flora vascular acuática en paleolimnología.

## 3. Material y métodos

### 3.1 Recolección de plantas vasculares acuáticas.

La selección de las especies de plantas vasculares acuáticas se ha basado en aquellas consideradas especies indicadoras de las clases fitosociológicas características de los sistemas lacustres (y afines) existentes en Galicia consideradas en Izco *et al.* (2001). Además se realizó una revisión de las plantas acuáticas sumergidas o hidrófitos presentes en Galicia mediante las principales monografías (p. ej. Romero 2008; Castroviejo 1986-2012), bases de datos disponibles (ANTHOS, GBIF) y la información existente en el Herbario SANT de la Universidad de Santiago de Compostela (<http://www.usc.es/herbario>).

A fin de no influir negativamente mediante la recolección de efectivos de poblaciones de especies sensibles se excluyó del estudio la recolección de especies legalmente protegidas que se recogen en el “Catálogo Galego de Especies Ameazadas” en el Anexo I y II del Decreto 88/2007 de 19 de abril, DOG N° 89 7409-7423, así como por el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. BOE N° 46 Secc I 20912-20951, en base a la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y la Ley Orgánica 16/2007, de 13 de diciembre, complementaria de la Ley para el desarrollo sostenible del medio rural, BOE N° 299 51275-51327, y en función del estado de conservación de las poblaciones de las especies que se recoge en Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España (Bañares *et al.* 2010).

Los puntos de muestreo se corresponden con los recogidos en la tabla 1 y figura 1, integrando entre ellos los principales medios lacustres litorales, interiores y de montaña de Galicia, a fin de poder conseguir la mayor representación posible de los tipos polínicos de las especies de plantas vasculares acuáticas, dada la diferente diversidad, abundancia y floración de especies en cada uno de los medios lacustres, muestreados en el periodo de primavera-verano de 2013 y primavera de 2014.

La recolección de las plantas acuáticas vasculares fue realizada previamente a este trabajo por Rafael Carballeira Coego.

La obtención de polen de las diferentes especies de plantas vasculares acuáticas se realizó a partir de la recolección de ejemplares en el momento de la floración, de los cuales se realizó la herborización para su posterior identificación. La correcta identificación taxonómica de los pliegos correspondientes se ha realizado mediante las

claves taxonómicas disponibles (Castroviejo 1986-2012, Aizpuru *et al.* 2000; Blanca *et al.* 2009; García Rollán 1985; Bolós y Vigo 1984-2001), posteriormente se aseguró la identificación rigurosa de los pliegos gracias a la revisión efectuada por el Dr. D. Javier Amigo Vázquez, profesor del Departamento de Botánica y director del Herbario SANT de la Universidad de Santiago de Compostela.

Nombre del humedal	Número	Código Inventario Humidais de Galicia	Provincia	Altitud (m.s.n.m.)	Datum	Huso	UTM X	UTM Y
Lagoa da Frouxeira	1	1110173	A Coruña	0	WGS84	29T	568173	4828351
Lago de Doniños	2	1110177	A Coruña	0	WGS84	29T	553312	4815694
Brañas de Sada	3	1110036	A Coruña	10	WGS84	29T	559856	4799690
Lagoa de Traba	4	1110093	A Coruña	5	WGS84	29T	496404	4781661
Lagoa de Xarfas	5	1110231	A Coruña	0	WGS84	29T	492286	4733695
Lagoa de Xuño	6	1110202	A Coruña	0	WGS84	29T	496832	4720060
Lagoa de Muro	7	1110203	A Coruña	0	WGS84	29T	496608	4719426
Lagoa de Vixán	8	1110207	A Coruña	0	WGS84	29T	497926	4709888
Lagoa de Bodeira	9	1140034	Pontevedra	0	WGS84	29T	507710	4702491
Charca de Os Leiros	10		Pontevedra	5	WGS84	29T	512376	4700085
Lagoa de Cachadas	11	1140053	Pontevedra	0	WGS84	29T	512481	4700145
Lagoa de Sobrado dos Monxes	12	1110033	A Coruña	510	WGS84	29T	580761	4765395
Lagoa de Cospeito	13	1120042	Lugo	385	WGS84	29T	617393	4788862
Lagoa de Lucenza	14	1120260	Lugo	1377	WGS84	29T	654815	4717263

Tabla 1. Localización de los puntos de muestreo

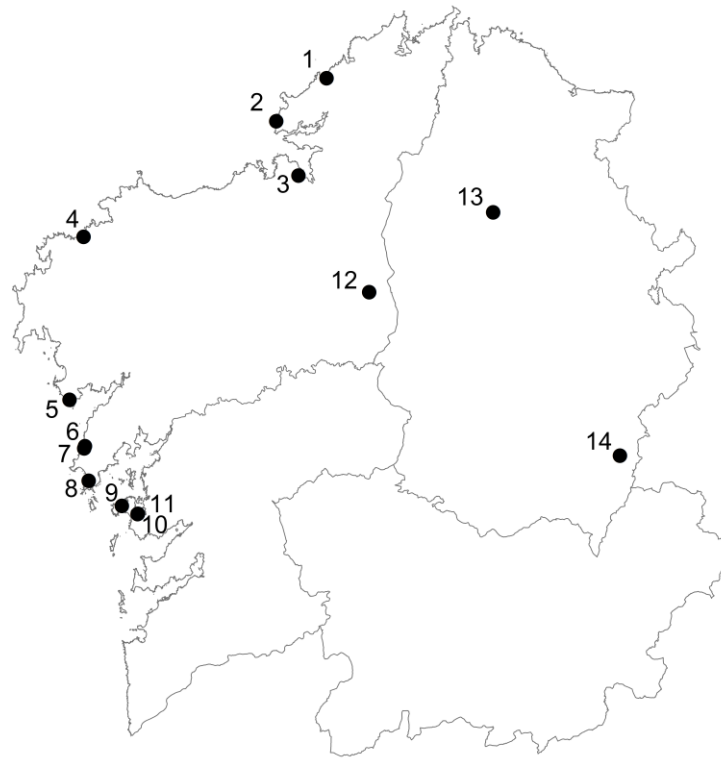


Figura 1. Localización de los puntos de muestreo correspondientes con los medios lacustres visitados

### 3.2 Obtención y fosilización de las muestras de polen.

El tratamiento de las muestras de flores de las plantas vasculares se hizo siguiendo el tratamiento químico de fosilización artificial establecido por Erdtman (1960). Es un procedimiento delicado debido a los productos químicos corrosivos empleados. La parte exterior de la esporodermis del polen, la exina, está formada por esporopolenina, una sustancia extremadamente resistente y que por lo tanto puede fosilizar. Esta técnica tiene la ventaja de mostrar con una gran precisión todos los detalles de ornamentación de la exina.

A partir de las muestras de flores de las plantas vasculares recolectadas se obtuvieron las anteras, éstas se depositaron en tubos reforzados de 10 ml, se machacaron para facilitar la rotura y liberación del polen de las anteras.

A continuación, se añaden 5 ml de líquido acetolítico, formado por la mezcla de anhídrido acético y ácido sulfúrico en proporción 9:1, calentándose al baño María durante 2-3 minutos en agitación. Pasado el tiempo se centrifugan los tubos durante 10 minutos a 1000 g, descartando el sobrenadante.



Tras el tratamiento con el líquido acetolítico se realizan una serie de lavados. El primer lavado se realiza con 5 ml de ácido acético glacial y posteriormente se realiza una centrifugación durante 10 minutos a 1000 g. Se deja decantar tras la centrifugación, y se procede a realizar un segundo lavado con 5 ml de ácido acético glacial, se agita la muestra y se filtra a través de un filtro de malla de 200 µm para eliminar los residuos vegetales de las anteras.

Con el filtrado obtenido se realizaron una serie de lavados secuenciales en alcohol, el primero con etanol al 50%, y el segundo con etanol al 100%, a lo que se aplicó un agitado, una centrifugación (10 minutos a 1000 g); dejándose un tiempo de decantado posterior.

Una vez realizados los lavados en alcohol se deja en reposo durante 30 minutos en una mezcla en proporción 1:1 de etanol al 100% y glicerina. Tras el periodo de reposo se centrifuga durante 10 minutos a 1000 g, se decanta el sobrenadante y se dejan los tubos invertidos durante 24 horas para eliminar el exceso de glicerol.

Posteriormente, se procede al montaje de la muestra como una preparación fija permanente en glicero-gelatina. La glicero-gelatina se realiza con la disolución de 7 g de gelatina en 42 ml de agua destilada dejándola solidificar en frío, posteriormente se calienta en placa hasta que se funde y se añaden 50 ml de glicerina removiendo hasta que la mezcla se homogenice completamente. Por último se deja enfriar y que solidifique.

La muestra localizada en el fondo del tubo reforzado se recogió mediante una lanceta con pequeños cubos de glicero-gelatina a la que se adhiere el residuo que contiene los granos de polen. La glicero-gelatina con la muestra de polen, se coloca en un portaobjetos, ésta se calienta en una placa calefactora y una vez se funde la glicero-gelatina se coloca un cubreobjetos. Posteriormente una vez enfriada la muestra y con la ayuda de una lanceta se sellan los bordes con parafina líquida (70 °C) por capilaridad para evitar su deterioro.

Algunas de las muestras preparadas en este estudio han sido tratadas con anterioridad al comienzo de este trabajo para asegurar la obtención de los pólenes debido a las épocas de floración.

Las preparaciones microscópicas de polen fueron observadas a un aumento de x400 usando un microscopio Nikon Eclipse 600, realizando las fotografías mediante una cámara acoplada Zeiss AxioCam ICc3 y con el software de microscopio AxioVision 4.8 de Zeiss (<http://www.zeiss.com/microscopy>).

La caracterización del polen se realizó mediante las principales monografías y bibliografía especializada (Chanda 1962; Faegeri y Iversen 1975; Saenz 1978; Engel 1980; Jones y Clarke 1981; Blackmore y Heath 1984; Valdés *et al.* 1987; Van-Leeuwen

1988; Baño 1990; Clarke *et al.* 1991; Moore *et al.* 1991; Reille 1992; Nilsson y Praglowski 1992; Renault-Miskovsky y Petzold 1992; Birkinshaw, C.R. 1994; Reille 1995; Saa *et al.* 1996; Booi *et al.* 2003).

## 4. Resultados

Se han recolectado un total de 31 especies de plantas vasculares acuáticas de las que se han podido obtener muestras de polen (Tabla 2), 12 de las cuales se corresponden con especies de hidrófitos estrictos representando el 22,2% de un total de 54 especies de hidrófitos estrictos citados para Galicia (Tabla 3). Sin embargo, existen 6 especies de hidrófitos estrictos que presentan un estatus de protección debido al riesgo de extinción de sus poblaciones y que, por esta razón, han sido excluidas del estudio.

Por otro lado, 23 especies de hidrófitos estrictos (42,6%) que se reflejan en la bibliografía existente presentan como máximo cinco localidades en todo el territorio gallego (Tabla 3), y de algunas de estas especies los registros más recientes de su presencia tienen medio siglo de antigüedad (p. ej. *Callitriche hamulata*, *Callitriche palustris*, *Callitriche truncata* y *Najas minor*) por lo que la recolección de individuos es dificultosa (Tabla 3).

En el caso concreto de las especies integrantes de la familia Lemnaceae (*Lemna minor*, *Lemna gibba* y *Spirodela polyrhiza*) la obtención de polen se ve imposibilitada debido a que la floración es un fenómeno raro, así como a que sus estructuras florales han sufrido un proceso de fuerte reducción (Hicks 1932; Daubs 1965).

Sin embargo, se ha podido obtener un gran número de especies representativas de las principales clases fitosociológicas ligadas a medios lacustres establecidas en Izco *et al.* (2000), como se refleja en la tabla 4, sobre todo, en lo que respecta a las tres clases dominantes en ambientes lacustres: *Potametea Klika in Klika* y Novák. 1941 constituida por especies de hidrófitos enraizados, *Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika* y Novák. 1941 constituida por especies de helófitos, así como, *Ruppiaetea maritimae* J Tüxen 1960 constituida por especies de hidrófitos enraizados halófilos.

También se han incluido tres especies de plantas alóctonas no acuáticas (*Arundo donax*, *Cortaderia selloana* y *Zea mays*) debido a su interés potencial en la interpretación paleoambiental como indicadores del impacto antrópico o de los usos del suelo, debido a su alta producción polínica y su abundancia en el entorno de los sistemas lacustres litorales de las Rías Baixas.

En relación a las plantas recolectadas, se han podido obtener muestras de polen fosilizado de la mayor parte de las especies, con la salvedad de daños en el caso del

polen de *Ruppia maritima*, especie de hidrófito sumergido dominante en medios salobres, cuyo polen se fragmenta en algunos casos; e incluso en *Ceratophyllum demersum*, una de las especies de hidrófito sumergido más abundantes, y uno de los escasos ejemplos de especie no marina que presenta una polinización plenamente adaptada al medio acuático (hipohidrofilia), en la que se ha observado que su polen es totalmente destruido por el método acetolítico de Erdtman (1960) y, por tanto, muy posiblemente se deteriore en el registro polínico o sea destruido por los métodos de digestión y extracción de polen.

En cada caso, las muestras de polen obtenidas de cada planta vascular acuática han sido caracterizadas morfológica, morfométrica y ultraestructuralmente bajo microscopía óptica (M.O.) estableciendo una breve descripción básica y un catálogo ilustrado del polen fosilizado correspondiente a cada especie recolectada, tal y como se establece en el Anexo I.

Por último, a partir de la observación de las muestras microscópicas de polen fosilizado de las especies en estudio, se realizó la caracterización morfológica y morfométrica de los diferentes tipos polínicos bajo microscopía óptica (M.O.), en base a la que se elaboró una clave dicotómica como una herramienta que permita facilitar la identificación de los tipos polínicos de las plantas acuáticas vasculares, que puedan aparecer en los registros sedimentarios, tal y como se establece en el Anexo II.

Tabla 2. Muestras de polen obtenidas de plantas acuáticas vasculares de Galicia.

Especies	Familia	Tipología	Afinidad ecológica	Polinización	Localidad
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Alismataceae	Helófito	Agua dulce	Entomofilia (anemofilia)	9; 13
<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.	Apiaceae	Helófito	Agua dulce	Entomofilia (anemofilia)	3
<i>Oenanthe crocata</i> L.	Apiaceae	Higrófito	Agua dulce	Entomofilia	3
<i>Oenanthe lachenalii</i> C.C. Gmel.	Apiaceae	Higrófito	Salobre	Entomofilia	10
<i>Cardamine pratensis</i> L.	Brassicaceae	Higrófito	Agua dulce	Entomofilia	3
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop.	Callitrichaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce	Anemofilia/(Epi-/Hipo-)hidrofilia	3
<i>Lychnis flos cuculi</i> L.	Caryophyllaceae	Higrófito	Agua dulce	Entomofilia	3
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Ceratophyllaceae	Hidrófito enraizado sumerg	Agua dulce	Hipohidrofilia	3
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla in W.D.J. Koch	Cyperaceae	Helófito	Salobre	Anemofilia	10
<i>Carex pendula</i> Huds.	Cyperaceae	Higrófito	Agua dulce	Anemofilia	3
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	Cyperaceae	Helófito	Agua dulce	Anemofilia	10; 11
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	Cyperaceae	Helófito	Agua dulce	Anemofilia	2
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják	Cyperaceae	Higrófito	Agua dulce	Anemofilia	10; 11
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC. in Lam. & DC.	Halagaraceae	Hidrófito enraizado sumerg	Agua dulce	Anemofilia	2; 12
<i>Limniris pseudacorus</i> (L.) Fuss	Iridaceae	Helófito	Agua dulce	Anemofilia	2; 4; 12
<i>Lythrum salicaria</i> L.	Lythraceae	Higrófito	Agua dulce	Entomofilia	3
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	Menyanthaceae	Helófito	Agua dulce	Entomofilia	12
<i>Nymphaea alba</i> L.	Nymphaeaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce	Anemofilia	2; 6; 12
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud	Poaceae	Helófito	Agua dulce/Salobre	Anemofilia	2; 4
<i>Arundo donax</i> L.	Poaceae	Otras (alóctona invasora)		Anemofilia	10; 11 (proximidades)
<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn.	Poaceae	Otras (alóctona invasora)		Anemofilia	3 (proximidades)
<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	Otras (cultivo)		Anemofilia	10; 11 (proximidades)
<i>Polygonum amphibium</i> L.	Polygonaceae	Hidrófito enraizado flotante/	Agua dulce	Anemofilia	9
<i>Potamogeton natans</i> L.	Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce	Anemofilia	3; 4
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce/Salobre	Epihidrofilia	10
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado sumerg	Agua dulce	Anemofilia	2
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado sumerg	Agua dulce	Anemofilia	3
<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. & Schlttdl.	Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado sumerg	Agua dulce	Anemofilia	2
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank	Ranunculaceae	Hidrófito enraizado sumerg	Agua dulce	Entomofilia	14
<i>Ranunculus repens</i> L.	Ranunculaceae	Higrófito	Agua dulce	Entomofilia	3
<i>Ruppia maritima</i> L.	Ruppiaceae	Hidrófito enraizado sumerg	Salobre	Epihidrofilia	4; 5; 7
<i>Solanum dulcamara</i> L.	Solanaceae	Higrófito	Agua dulce	Entomofilia	3; 4
<i>Sparganium erectum</i> L.	Sparganiaceae	Helófito	Agua dulce	Anemofilia	2
<i>Typha latifolia</i> L.	Typhaceae	Helófito	Agua dulce	Anemofilia	12

Tabla 3. Listado de plantas acuáticas vasculares de Galicia (Las referencias bibliográficas sobre la presencia de estas especies puede ser consultada en Cirujano *et al.* 1992, Romero-Buján 2008, ANTHOS 2014 y GBIF 2014).

Especie	Polen obtenido	Familia	Tipología	Afinidad ecológica	Área de distribución natural	Grado de protección	Observaciones	Provincias	Referencias
<i>Azolla caroliniana</i>		Azollaceae	Hidrófito flotante	Agua dulce	Alóctona/Invasora		En Galicia se ha citado en dos localidades	PO	Gómez-Vigide <i>et al.</i> 2005; Romero 2008
<i>Azolla filiculoides</i>		Azollaceae	Hidrófito flotante Hidrófito enraizado	Agua dulce	Alóctona/Invasora			C LU OU PO	Romero <i>et al.</i> 2004e; Gómez-Vigide <i>et al.</i> 2005; Romero 2008
<i>Isoetes durieui</i>		Isoetaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce			En Galicia se ha citado en una localidad actualmente	LU	Romero <i>et al.</i> 2004d; Romero <i>et al.</i> 2006; Romero 2008 Lange 1861; Willkomm & Lange 1861; Merino 1902, 1909; Izco & Amigo 1986; Horjales & Redondo 1986; Castro <i>et al.</i> 1986; Romero & Amigo 1995; Romero <i>et al.</i> 2004b; Romero <i>et al.</i> 2006; Romero 2008
<i>Isoetes fluitans</i>		Isoetaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce		En peligro de extinción	Especie protegida	C LU	Merino 1902, 1909; Dupont P. & S. 1959; Lainz 1974; Prada 1979; Morales & Fernández-Casas 1983; Castro <i>et al.</i> 1986; RGZ. Oubiña & Ortiz 1987b; RGZ. Oubiña 1989; Morales-Abad 1990; Silva-Pando <i>et al.</i> 2000; Rodríguez-Oubiña <i>et al.</i> 2001; Romero <i>et al.</i> 2006; Santos-Cirujano 1991; Romero 2008
<i>Isoetes histrix</i>		Isoetaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce				C LU OU PO	Santos-Cirujano 1991; Romero 2008
<i>Isoetes setaceum</i>		Isoetaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce			En Galicia se ha citado en dos localidades	LU	Romero <i>et al.</i> 2004d; Romero <i>et al.</i> 2006; Romero 2008 Gómez-Vigide <i>et al.</i> 1989; Romero <i>et al.</i> 2004d; Romero & Real 2005; Romero <i>et al.</i> ; Santos-Cirujano 1991; Romero 2008
<i>Isoetes velatum</i>		Isoetaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce				OU	Allorge 1927; Bellot & Casaseca 1959; Bellot 1968; Ron-Álvarez 1970; Giráldez <i>et al.</i> 1986; RGZ. Oubiña & Ortiz 1987; Morales Abad 1988; RGZ. Oubiña 1989; Castro <i>et al.</i> 1986; Aedo <i>et al.</i> 1997; Romero 2008
<i>Pilularia globulifera</i>		Marsileaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce		En peligro de extinción	Especie protegida	LU OU	Romero 2008
<i>Salvinia natans</i>		Salviniaceae	Hidrófito flotante	Agua dulce	Alóctona/Invasora		En Galicia se ha citado en una localidad	PO	Gómez-Vigide <i>et al.</i> 2005; Pino-Pérez <i>et al.</i> 2009; Romero 2008
<i>Luronium natans</i>		Alismataceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce		En peligro de extinción	Especie protegida	C LU OU PO	Planellas 1852; Pau 1921; Allorge 1927; Lainz 1967; RGZ. Oubiña & Ortiz 1993; Romero <i>et al.</i> 2004c; Romero 2008
<i>Callitriche brutia</i>		Callitrichaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce			En Galicia se ha citado en tres localidades	C OU PO	Merino 1906, 1909; Ortiz & RGZ. Oubiña 1988b; Romero 2008
<i>Callitriche hamulata</i>		Callitrichaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce			En Galicia se ha citado en dos localidades	C LU PO	Planellas 1852; Merino 1906; Vieitez 1950; Romero 2008
<i>Callitriche palustris</i>		Callitrichaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce			En Galicia se ha citado en tres localidades	C LU OU PO	Planellas 1852; Merino 1906; Pau 1921; Romero 2008 Lange 1861; Merino 1906; Buch 1951; Dalda 1968; Soñora 1989;
<i>Callitriche stagnalis</i>	X	Callitrichaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce				C LU OU PO	Silva-Pando 1994; Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Callitriche truncata</i>		Callitrichaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce			En Galicia se ha citado en dos localidades	C OU	Bellot 1950; Vieitez 1953; Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008 Merino 1906; Bellot 1951b; Castro <i>et al.</i> 1986; Carballeira <i>et al.</i>
<i>Ceratophyllum demersum</i>	X	Ceratophyllaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce				C LU OU PO	2011; Romero 2008

Tabla 3. Listado de plantas acuáticas vasculares de Galicia (Las referencias bibliográficas sobre la presencia de estas especies puede ser consultada en Cirujano *et al.* 1992, Romero-Buján 2008, ANTHOS 2014 y GBIF 2014). (cont.)

Especie	Polen obtenido	Familia	Tipología	Afinidad ecológica	Área de distribución natural	Grado de protección	Observaciones	Provincias	Referencias
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	X	Halagaraceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce				C LU OU PO	Lange 1861; Willkomm & Lange 1880; Merino 1905; Lainz 1956; Castrov <i>et al.</i> 1997; Bellot 1950; Romero 2008
<i>Myriophyllum aquaticum</i>		Halagaraceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce			En Galicia se ha citado en dos localidades	C PO	Lainz 1971, 1974; Castrov <i>et al.</i> 1997; Romero 2008
<i>Myriophyllum verticillatum</i>		Halagaraceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce			En Galicia se ha citado en dos localidades	C	Planellas 1852; Merino 1905; Pau 1921; Lainz 1966, 1971, 1974; Castrov <i>et al.</i> 1997; Romero 2008
<i>Egeria densa</i>		Hydrocharitaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce	Alóctona/Invasora		En Galicia se ha citado en dos localidades	PO	Pulgar & Izco 2005; Romero 2008
<i>Elodea canadensis</i>		Hydrocharitaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce	Alóctona/Invasora		En Galicia se ha citado en tres localidades	PO	Gómez-Vigide <i>et al.</i> 2005; Romero 2008
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>		Hydrocharitaceae	Hidrófito flotante	Agua dulce		En peligro de extinción	Especie protegida	LU	Romero <i>et al.</i> 2004e; Romero 2008
<i>Najas marina</i>		Hydrocharitaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce-Salobre				C	Lange 1961; Willkomm & Lange 1861; Merino 1909; Pino <i>et al.</i> 2007; Romero 2008
<i>Najas minor</i>		Hydrocharitaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce-Salobre			En Galicia se ha citado en una única localidad	PO	Lainz 1967; Romero 2008
<i>Lemna gibba</i>		Lemnaceae	Hidrófito flotante	Agua dulce			La floración es un fenómeno raro; en Galicia se ha citado en dos localidades	LU OU	Lange 1861; Willkomm & Lange 1861; Merino 1909; GNZ Azcarate <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Lemna minor</i>		Lemnaceae	Hidrófito flotante	Agua dulce			La floración es un fenómeno raro	C LU OU PO	Lange 1861; Willkomm & Lange 1861; Merino 1909; Gómez-Vigide <i>et al.</i> 1989; Soñora 1989; Romero 2008
<i>Spirodela polyrhiza</i>		Lemnaceae	Hidrófito flotante	Agua dulce	Alóctona		La floración es un fenómeno raro; en Galicia se ha citado en una única localidad	C	Carballeira <i>et al.</i> 2011
<i>Utricularia australis</i>		Lentiburiaceae	Hidrófito sumergido	Agua dulce				C LU OU PO	Merino 1906; Bellot 1951b; Lainz 1971, 1979; Castrov (Coord.) 2001; Pino-Pérez <i>et al.</i> 2005; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Utricularia minor</i>		Lentiburiaceae	Hidrófito sumergido	Agua dulce		Vulnerable		C LU PO	Lange 1861; Willkomm & Lange 1870; Merino 1906; Allorge 1927; Lainz 1967; Catrov (Coord.) 2001; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Utricularia vulgaris</i>		Lentiburiaceae	Hidrófito sumergido	Agua dulce				C LU PO	Pino <i>et al.</i> 2007; Varela 1978; Willkomm & Lange 1865; Merino 1904, 1906; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Bellot 1966
<i>Nymphoides peltata</i>		Menyanthaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce		En peligro de extinción	Especie protegida	LU OU PO	Planellas 1852; Lange 1861; Merino 1906, 1909; Pau 1921; Ortiz 1988; Bellot 1950; Romero 2008
<i>Nymphaea alba</i>	X	Nymphaeaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce				C LU OU PO	Planellas 1852; Lange 1861; Merino 1905; Pau 1921; Castrov <i>et al.</i> 1986; Silva-Pando <i>et al.</i> 1987; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Margalef 1955; 1956; Romero 2008
<i>Polygonum amphibium</i>	X	Polygonaceae	Hidrófito enraizado flotante/Higrófito	Agua dulce				C LU OU PO	Planellas 1852; Langes 1861; Merino 1906; Pau 1921; Soñora 1989; Castrov <i>et al.</i> 1990; Romero 2008

Tabla 3. Listado de plantas acuáticas vasculares de Galicia (Las referencias bibliográficas sobre la presencia de estas especies puede ser consultada en Cirujano *et al.* 1992, Romero-Buján 2008, ANTHOS 2014 y GBIF 2014). (cont.)

Especie	Polen obtenido	Familia	Tipología	Afinidad ecológica	Área de distribución natural	Grado de protección	Observaciones	Provincias	Referencias
<i>Potamogeton bertholdii</i>		Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce			En Galicia se ha citado en dos localidades	C LU	Romero & Amigo 1996; Romero 2008
<i>Potamogeton crispus</i>		Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce				C LU OU PO	Planellas 1852; Merino 1909; Pau 1921; Lainz 1953; Romero & Amigo 1996; Romero 2008
<i>Potamogeton gramineus</i>		Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce			En Galicia se ha citado en una única localidad	C LU	Romero & Amigo 1996; Romero 2008
<i>Potamogeton natans</i>	X	Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce				C LU OU PO	Planellas 1852; Lange 1861; Merino 1909; Pau 1921; Bellot & Casaseca 1959; Lainz 1971; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Margalef 1955; 1956; Romero 2008
<i>Potamogeton nodosus</i>		Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce				C LU OU PO	Merino 1909; Lainz 1971; GNZ. Azcarate <i>et al.</i> 1991; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Potamogeton pectinatus</i>	X	Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Salobre				C	Willkomm & Lange 1861; Lainz 1967; Dalda 1968; Soñora 1989; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	X	Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce				C LU OU PO	Planellas 1852; Lange 1861; Merino 1909; Pau 1921; Lainz 1953; Romero & Amigo 1996; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; García-Murillo 1989; Romero 2008
<i>Potamogeton polygonifolius</i>		Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce				C LU OU PO	Lange 1861; Willkomm & Lange 1861; Merino 1909; Allorge 1927, 1941; RGZ. Oubiña & Ortiz 1993; García-Murillo 1989; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Potamogeton pusillus</i>	X	Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce			En Galicia se ha citado en cuatro localidades	C LU PO	Willkomm & Lange 1861; Lange 1861; Merino 1909; Pau 1921; Vieitez 1950; Lainz 1953; Carballeira <i>et al.</i> 2011; Romero 2008
<i>Potamogeton trichoides</i>	X	Potamogetonaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Agua dulce			En Galicia se ha citado en cuatro localidades	C LU PO	Bellot 1951b; Silva-Pando <i>et al.</i> 1987; Gómez-Vigide <i>et al.</i> 1989; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008

Tabla 3. Listado de plantas acuáticas vasculares de Galicia (Las referencias bibliográficas sobre la presencia de estas especies puede ser consultada en Cirujano *et al.* 1992, Romero-Buján 2008, ANTHOS 2014 y GBIF 2014). (cont.)

Especie	Polen obtenido	Familia	Tipología	Afinidad ecológica	Área de distribución natural	Grado de protección	Observaciones	Provincias	Referencias
<i>Ranunculus aquatilis</i>		Ranunculaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce			En Galicia se ha citado en tres localidades	C LU	Lange 1861; Merino 1905, 1909; Pau 1921; Bellot 1951b; Lainz 1967; Castrov <i>et al.</i> 1986; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Ranunculus ololeucos</i>		Ranunculaceae	Hidrófito enraizado sumergido/flotante	Agua dulce				C LU OU PO	Lange 1861; Merino 1905; Pau 1921; Allorge 1927, 1941; Dupont P. & S. 1959; Lainz 1967; Castrov <i>et al.</i> 1986; Silva-Pando 1994; Romero 2008
<i>Ranunculus omiophyllus</i>		Ranunculaceae	Hidrófito enraizado flotante	Agua dulce				C LU OU PO	Lange 1861; Willkomm & Lange 1880; Merino 1905, 1909, 1911; Pau 1921; Lainz 1956, 1967; Dalda 1968, 1972; Aedo <i>et al.</i> 1985; Castrov <i>et al.</i> 1986; Ortiz & RGZ. Oubiña 1988a; Gómez-Vigide <i>et al.</i> 2005; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Ranunculus peltatus</i>	X	Ranunculaceae	Hidrófito enraizado sumergido/flotante	Agua dulce				C LU OU PO	Lange 1861; Merino 1912; Lainz 1967; Castrov <i>et al.</i> 1986; Silva-Pando <i>et al.</i> 1987; Willkomm & Lange 1880; Merino 1905, 1912; Ortiz 1988; Pulgar 2006; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Ranunculus penicillatus</i>		Ranunculaceae	Hidrófito enraizado sumergido/flotante	Agua dulce				C LU OU PO	Merino 1905, 1909; Lange 1861; Merino 1905; Castrov <i>et al.</i> 1986; Ortiz 1988; Romero 2008
<i>Ranunculus trichophyllus</i>		Ranunculaceae	Hidrófito enraizado sumergido/flotante	Agua dulce			En Galicia se ha citado en cuatro localidades	LU OU	Lange 1861; Merino 1905, 1909, 1912; Castrov <i>et al.</i> 1986; Romero 2008
<i>Ranunculus tripartitus</i>		Ranunculaceae	Hidrófito enraizado sumergido/flotante	Agua dulce			En Galicia se ha citado en cinco localidades	C OU PO	Lainz 1967; Castrov <i>et al.</i> 1986; García MTZ. <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Ruppia maritima</i>	X	Ruppiaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Salobre				C PO	Lange 1861; Merino 1909; Lainz 1952, 1967; Bellot & Casaseca 1954; Valdés-Bermejo 1986; Soñora 1989; Cirujano <i>et al.</i> 1990; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Zannichellia palustris</i>		Zannichelliaceae	Hidrófito enraizado sumergido	Salobre	Alóctona?		En Galicia se ha citado en una única localidad	PO	Gómez-Vigide 1985; Romero 2008
<i>Zostera marina</i>		Zosteraceae	Hidrófito enraizado sumergido	Marino				C LU PO	Planellas 1852; Merino 1909; Pau 1921; Lainz 1953; Valdés-Bermejo 1986; Miranda 1934; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Romero 2008
<i>Zostera noltii</i>		Zosteraceae	Hidrófito enraizado sumergido	Marino				C LU PO	Merino 1909; Lainz 1951, 1953, 1971; Dupont P. & S. 1959; Valdés-Bermejo 1986; Miranda 1934; Santos-Cirujano <i>et al.</i> 1991; Junoy, J. & Viéitez, J.M. 1990; Romero 2008



Tabla 4. Clases fitosociológicas ligadas a humedales y ambientes hidromorfos en Galicia (Izco et al. 2000).

Clase	Afinidad ecológica	Presencia en Galicia	Especies representativas	Muestras de polen obtenidas	
Clase 16	Isoeto-Littorelletea*	AGUA DULCE	Sin ser muy abundante se le puede encontrar repartida por numerosos humedales, desde costeros hasta en el interior, pero por la escasa superficie de sus formaciones no ha sido suficientemente censada	<i>Antinoria agrostidea</i> , <i>Apium inundatum</i> , <i>Baldellia ranunculoides</i> , <i>Deschampsia setacea</i> , <i>Eleocharis bonariensis</i> , <i>Eleocharis multicaulis</i> , <i>Hydrocotyle vulgaris</i> , <i>Hypericum elodes</i> , <i>Isoetes longissimum</i> , <i>Isoetes velatum</i> , <i>Juncus bulbosus</i> , <i>Lilaeopsis caroliniana</i> , <i>Littorella uniflora</i> , <i>Luronium natans</i> , <i>Pilularia globulifera</i> , <i>Potamogeton polygonifolius</i> , <i>Ranunculus ololeucos</i> , <i>Scirpus fluitans</i> , <i>Veronica scutellata</i>	
Clase 17	Isoeto-Nanojuncetea	AGUA DULCE	Poco abundante pero salpicada por todo el país, en especial las cuencas sedimentarias de la Galicia interior (Terra Chá, A Limia, etc.)	<i>Centaurium maritimum</i> , <i>Centunculus minimus</i> , <i>Cicendia filiformis</i> , <i>Crassula tillaea</i> , <i>Cyperus flavescens</i> , <i>Eryngium comiculatum</i> , <i>Eryngium viviparum</i> , <i>Exaculum pusillum</i> , <i>Filaginella uliginosa</i> , <i>Hypericum humifusum</i> , <i>Illecebrum verticillatum</i> , <i>Isoetes hystris</i> , <i>Juncus bufonius</i> , <i>Juncus capitatus</i> , <i>Juncus pygmaeus</i> , <i>Juncus tenageia</i> , <i>Lythrum portula</i> , <i>Mentha pulegium</i> , <i>Radiola linoides</i> , <i>Scirpus setaceus</i>	
Clase 18	Juncetea maritimi	SALOBRE	Muy abundante en todo el litoral	<i>Angelica pachycarpa</i> , <i>Anthyllis vulneraria s.l.</i> , <i>Apium graveolens</i> , <i>Armeria maritima</i> , <i>Armeria pubigera</i> , <i>Asplenium marinum</i> , <i>Aster tripolium</i> , <i>Bacopa monieri</i> , <i>Carex extensa</i> , <i>Carex punctata</i> , <i>Cochlearia aestuaria</i> , <i>Crepis novoana</i> , <i>Crithmum maritimum</i> , <i>Daucus carota</i> subsp. <i>gummifer</i> , <i>Elymus pycnanthus</i> , <i>Festuca rubra</i> subsp. <i>pruinosa</i> , <i>Glaux maritima</i> , <i>Inula crithmoides</i> , <i>Juncus acutus</i> , <i>Juncus gerardi</i> , <i>Juncus maritimus</i> , <i>Leucanthemum gallaecicum</i> , <i>Leucanthemum pluriflorum</i> , <i>Limonium binervosum</i> , <i>Limonium vulgare</i> , <i>Linaria polygalifolia</i> subsp. <i>aguillonensis</i> , <i>Matthiola incana</i> , <i>Oenanthe lachenali</i> , <i>Plantago maritima</i> , <i>Rumex acetosa</i> subsp. <i>biformis</i> , <i>Rumex rupestris</i> , <i>Silene uniflora</i> , <i>Spergularia rupicola</i> , <i>Trifolium occidentale</i> , <i>Triglochin bulbosa</i> subsp. <i>barrelieri</i> , <i>Triglochin maritima</i> , <i>Triglochin striata</i>	<i>Oenanthe lachenali</i>
Clase 20	Lemnetea*	AGUA DULCE	<b>Sinecias mono-específicas son comunes por toda Galicia salvo las altas montañas; normalmente formando manchas de muy poca extensión</b>	<i>Azolla filiculoides</i> , <i>Lemna gibba</i> , <i>Lemna minor</i>	
Clase 22	Montio-Cardaminetea	AGUA DULCE	Aceptablemente extendida pero con representaciones de reducida superficie en arroyos torrenciales de aguas limpias. Preferentemente en áreas montañas interiores	<i>Cardamine flexuosa</i> , <i>Cardamine raphanifolia</i> subsp. <i>raphanifolia</i> , <i>Cardamine raphanifolia</i> subsp. <i>gallaecica</i> , <i>Chrysosplenium oppositifolium</i> , <i>Epilobium obscurum</i> , <i>Montia fontana s.l.</i> , <i>Myosotis stolonifera</i> , <i>Saxifraga hirsuta</i> , <i>Saxifraga lepismigena</i> , <i>Saxifraga x polita</i> , <i>Saxifraga stellaris</i> subsp. <i>alpigena</i> , <i>Sibthorpia europaea</i> , <i>Veronica serpyllifolia</i> subsp. <i>langei</i>	

Tabla 4. Clases fitosociológicas ligadas a humedales y ambientes hidromorfos en Galicia (Izco *et al.* 2000). (cont.)

Clase	Afinidad ecológica	Presencia en Galicia	Especies representativas	Muestras de polen obtenidas	
Clase 29	Phragmito-Magnocaricetea*	AGUA DULCE	Muy abundante a lo largo de toda la red fluvial y en la mayoría de humedales	<p><i>Alisma plantago-aquatica, Antinoria agrostidea, Apium nodiflorum, Carex acuta subsp. reuteriana, Carex cuprina, Carex otrubae, Carex paniculata subsp. lusitanica, Carex riparia, Cladium mariscus, Eleocharis palustris, Galium broterianum, Galium palustre, Glyceria declinata, Glyceria fluitans, Gratiola officinalis, Limniris pseudacorus, Leersia oryzoides, Lycopus europaeus, Lysimachia vulgaris, Lythrum salicaria, Oenanthe crocata, Phalaris arundinacea, Phragmites australis, Rorippa nasturtium-aquaticum, Schoenoplectus lacustris, Bolboschoenus maritimus, Sparganium erectum, Typha domingensis, Typha latifolia, Veronica anagallis-aquatica, Veronica beccabunga</i></p>	<p><i>Alisma plantago-aquatica, Apium nodiflorum, Eleocharis palustris, Limniris pseudacorus, Lythrum salicaria, Oenanthe crocata, Phragmites australis, Schoenoplectus lacustris, Bolboschoenus maritimus, Sparganium erectum, Typha latifolia</i></p>
Clase 32	Potamoetea*	AGUA DULCE	Relativamente frecuente en la mayoría de ríos y en muchas charcas por toda Galicia	<p><i>Callitriche hamulata, Callitriche stagnalis, Ceratophyllum demersum, Myriophyllum alterniflorum, Nymphaea alba, Nymphoides peltata, Polygonum amphibium, Potamogeton crispus, Potamogeton gramineus, Potamogeton natans, Potamogeton pectinatus, Potamogeton perfoliatus, Potamogeton polygonifolius, Potamogeton trichoides, Ranunculus omiophyllus, Ranunculus peltatus, Ranunculus penicillatus, Utricularia australis, Utricularia minor, Utricularia vulgaris</i></p>	<p><i>Callitriche stagnalis, Ceratophyllum demersum, Myriophyllum alterniflorum, Nymphaea alba, Polygonum amphibium, Potamogeton natans, Potamogeton pectinatus, Potamogeton perfoliatus, Potamogeton trichoides, Ranunculus peltatus</i></p>
Clase 33	Ruppiaetea maritimae*	SALOBRE	Siempre escasa y con manifestaciones muy reducidas; hay constancia de su presencia en algunos sistemas de humedales halófilos costeros	<p><i>Ruppia maritima</i></p>	<p><i>Ruppia maritima</i></p>
Clase 38	Spartinetea maritimae	SALOBRE	Esporádica por todo el litoral; más frecuente en las Rías Bajas	<p><i>Spartina maritima, Spartina versicolor</i></p>	
Clase 34	Zosteretea marinae	MARINO	Común por toda la costa en fondos de Rías y arenales infralitorales	<p><i>Zostera marina, Zostera noltii</i></p>	

\* Clases fitosociológicas presentes en Galicia ligadas a sistemas lacustres

## 5. Discusión

Se ha obtenido un número amplio de muestras de polen de especies de plantas vasculares acuáticas representativas de las principales clases fitosociológicas dominantes en los medios lacustres gallegos en base a Izco *et al.* 2000 (Tabla 4), tanto en relación a comunidades de helófitos como de hidrófitos sumergidos de agua dulce y halófilos. Sin embargo, en paleopalinología la presencia de determinadas especies, a partir de las que inferir la presencia de determinadas comunidades vegetales o un determinado contexto paleoecológico, se realiza a partir de los tipos polínicos presentes en los registros sedimentarios. En este sentido, es imprescindible poder caracterizar e identificar de forma correcta los tipos polínicos, por lo que elaborar una palinoteca de polen fósil resulta fundamental como referencia respecto al polen existente en el registro sedimentario. No obstante, los tipos polínicos no se corresponden en todos los casos con un mismo nivel taxonómico, pudiendo ser característicos a nivel específico, de grupos de especies o incluso a nivel genérico o de familia, por lo que la información paleoecológica que puede inferirse a partir de los tipos polínicos puede ser más o menos limitada.

Las familias Gramineae y Cyperaceae son estenopolínicas, caracterizadas por una fuerte reducción floral y gran producción polínica como adaptación a la polinización anemófila (Ackerman 2000). A pesar de que integran un número considerable de especies, existe una baja resolución taxonómica a nivel específico en base a los tipos polínicos. El caso más patente lo constituye la familia Gramineae, en la que la morfología polínica de la mayor parte de los taxa se corresponde a nivel de familia, salvo algunas excepciones minoritarias. El polen de esta familia es marcadamente uniforme y la mayoría de los caracteres como la forma, el tamaño, la apertura y la ornamentación de la exina tienen poca relevancia en la clasificación y caracterización de los taxa de la familia (Faegeri y Iversen 1975; Perveen 2006). Si bien la familia Gramineae tiene una diversidad de especies muy reducida en sistemas acuáticos, *Phragmites australis* es una de las principales especies de helófitos en los sistemas lacustres litorales. Esta especie a nivel del tipo polínico, y a pesar de que Faegeri y Iversen (1975) estableciesen que era una de las pocas excepciones que podía distinguirse debido al reducido diámetro de los granos de polen (21-26  $\mu\text{m}$ ), posteriores análisis comparativos más detallados entre *Phragmites australis* y otras especies de gramíneas comunes revelan que los tipos polínicos son muy similares tanto en relación al polen actual como en el fósil (Hall 1991; Traverse 2007), así como

entre las restantes especies de la familia Gramineae estudiadas (consultar clave dicotómica y Anexo I).

Las especies alóctonas invasoras *Arundo donax* y *Cortaderia selloana*, pertenecientes a la familia Gramineae, son especialmente abundantes en el entorno de los sistemas lacustres litorales de As Rías Baixas. Ambas especies tienen una importante producción de polen, lo que aumenta las probabilidades de que su señal se conserve en el registro sedimentario. Por esta razón, podrían ser utilizadas como elemento indicador de alteración antrópica en estos medios, sin embargo, como en el caso de *Phragmites australis*, el polen es indistinguible de otras gramíneas (consultar clave dicotómica y Anexo I; Trigo y Fernández 1995), y por tanto, es imposible diferenciar sus tipos polínicos en el registro sedimentario. Por otro lado, *Zea mays*, también integrante de la familia Gramineae, constituye uno de los cultivos más extendidos en Galicia y su tipo polínico es distinguible a nivel específico (consultar clave dicotómica y Anexo I; Skvarla y Larson 1966; Trigo y Fernández 1995), posibilitando su uso en paleopalinología como elemento indicador de los usos del suelo en el entorno de los medios lacustres (Edwards y MacDonald 1991).

Respecto a la familia Cyperaceae, que presenta una gran diversidad de especies de helófitos e higrófitos (p. ej. *Cladium mariscus*, *Schoenoplectus lacustris*, *Bolboschoenus maritimus*, *Carex* spp., *Eleocharis* spp; consultar tabla 4; Izco *et al.* 2000), se han desarrollado estudios sobre el polen actual incluso a nivel específico (p. ej. *Eleocharis palustris*, Dunbar 1973; *Bolboschoenus maritimus*, Nilsson *et al.* 1977), utilizando tanto microscopía óptica (M.O.) como electrónica (M.E.B. y M.E.T.), siendo esta última indispensable en la caracterización y distinción de los diferentes tipos polínicos (Van Wichelen *et al.* 1999; Moar y Wilmshurst 2003; Nagels *et al.* 2009). No obstante, es complejo distinguir los diferentes tipos polínicos actuales establecidos por diferentes autores, incluso bajo microscopía electrónica (Van Wichelen *et al.* 1999), y salvo excepciones, prácticamente imposible en la mayoría de géneros en el registro fósil, sobre todo, bajo microscopía óptica (M.O.) (Traverse 2007).

En lo que respecta a las especies estudiadas se puede diferenciar el tipo polínico de *Scirpoides holoschoenus* que presenta aperturas poradas (anazonoporado) frente al tipo polínico inaperturado de las restantes especies en estudio, *Eleocharis palustris*, *Carex pendula*, *Schoenoplectus lacustris* y *Bolboschoenus maritimus* (consultar clave dicotómica; Anexo I). Esta situación dificulta la aplicación del análisis polínico a la reconstrucción paleoambiental debido a que las diferentes especies de Cyperaceae presentan afinidades ecológicas diferentes, en el caso de *Eleocharis palustris*, *Carex pendula* o *Schoenoplectus lacustris* se trata de higrófitos de agua dulce (Cirujano *et al.*

1992) mientras *Bolboschoenus maritimus* es una especie halófila (Lieffers 1981; Krüger y Kirst 1991; Cirujano *et al.* 1992).

En el género *Potamogeton*, uno de los géneros de hidrófitos sumergidos de mayor importancia, también es un género estenopolínico solapándose ampliamente el polen de las diferentes especies. Este es el caso entre las especies estudiadas de *Potamogeton natans*, *Potamogeton trichoides*, *Potamogeton perfoliatus* y *Potamogeton pusillus* (García Murillo 1993), mostrando la mayoría las características propias de especies anemófilas, tales como, polen de pequeño tamaño y esférico (Ackerman 2000). En el caso de *Potamogeton pectinatus* el polen presenta un tamaño ligeramente mayor y elipsoidal, más alargado en el eje ecuatorial (Valdés *et al.* 1987; García Murillo 1990), posiblemente como adaptación a la polinización, que es de carácter epihidrófilo, en esta especie (Van Wijk 1988b; You-Hao y Cook 1989; Ackerman 2000), permitiendo separar esta especie de las restantes integrantes del género.

Sin embargo, pese al solapamiento entre las diferentes especies del género (*Potamogeton natans*, *Potamogeton trichoides*, *Potamogeton perfoliatus* y *Potamogeton pusillus*) éste ocurre entre especies con afinidades ecológicas muy similares, son especies de agua dulce con una mayor preferencia por las aguas lénticas, y en el caso concreto de este grupo de especies, con mayor presencia en aguas oligotróficas y poco mineralizadas, sin que se conozcan grandes diferencias en la autoecología de cada una de estas especies (Margalef 1981; Kadono 1982; Wiegleb *et al.* 1989; Molina *et al.* 1998; Hellquist 1980; Cirujano *et al.* 1992). Por otro lado, *Potamogeton pectinatus* es la especie más eurioica, con un mayor rango ecológico en cuanto a niveles de eutrofia y la concentración iónica de las aguas, estando presente tanto en medios de agua dulce como salobre (Pip 1987; Van Wijk *et al.* 1988; Van Wijk 1988a; García Murillo 1990; Cirujano *et al.* 1992). Así, en el caso del género *Potamogeton* la resolución taxonómica de los tipos polínicos es suficiente como para separar los grupos de especies con diferente afinidad ecológica.

En otros casos como el de la familia Alismataceae, cuyos integrantes son todas plantas acuáticas con grandes similitudes en relación a la estructura floral y la polinización, existe un único tipo polínico. Por esta razón, resulta indistinguible el polen de la especie *Alisma plantago-aquatica* de las restantes especies del género *Alisma* o incluso de las especies de los géneros *Baldellia* o *Damasonium*, aunque la afinidad ecológica de las especies de estos géneros es muy similar (Fernald 1946; Birkinshaw 1994; Talavera 2008; Conran 2012), y se encuentran íntimamente ligadas a comunidades propias de ambientes lacustres y humedales (Tabla 4).

En los representantes de la familia Apiaceae los tipos polínicos se pueden diferenciar a nivel de género, y mientras en el género *Apium*, es imposible distinguir entre las especies más comunes, tales como, *Apium nodiflorum* y *Apium inundatum*, la ecología de ambas especies de higrófitos es muy similar (Cirujano *et al.* 1992). Contrariamente existe una baja resolución taxonómica de los tipos polínicos respecto a las diferentes afinidades ecológicas en el género *Oenanthe*, en este caso entre *Oenanthe crocata*, higrófito de agua dulce, y *Oenanthe lachelanii*, higrófito halófito (Cirujano *et al.* 1992).

En el caso de la familia Iridaceae y los géneros *Ranunculus*, *Lychnis*, *Polygonum* y *Solanum* los tipos polínicos son distinguibles a nivel específico o por grupos de especies. En la familia Iridaceae se distingue el tipo *Limniris pseudacorus* compartido con *Chamaeiris foetidissima*, aunque esta última especie es mucho menos frecuente y abundante, además no está ligada a ambientes lacustres, aunque necesita cierta hidromorfía del suelo (ANTHOS 2014).

En el género *Ranunculus*, a pesar de tener un gran número de taxa ligados a medios encharcados o acuáticos, se pueden distinguir las especies *Ranunculus repens* (higrófito) y *Ranunculus peltatus* (hidrófito fluvial o lacustre) ambos integrantes de las clases fitosociológicas asociadas a ambientes lacustres y de humedales (Tabla 4). *Ranunculus repens* presenta una muy amplia distribución en Galicia debido a la hidromorfía del suelo y *Ranunculus peltatus* comparte el mismo tipo polínico con especies de ecología afín como *Ranunculus penicillatus*, *Ranunculus hederaceus* y *Ranunculus ololeucos* (Valdés *et al.* 1987).

En el caso de *Lychnis flos cuculi*, *Polygonum amphibium* y *Solanum dulcamara*, los tipos polínicos son característicos de cada especie, presentando además una ecología bastante alejada de las de las restantes especies de sus respectivos géneros, predominantemente terrestres (Izco *et al.* 2000).

En relación al polen de los representantes de las familias Callitrichaceae, Typhaceae, Sparganiaceae, Menyanthaceae, Nymphaeaceae, Halogaraceae y Ceratophyllaceae, todas con importantes especies acuáticas, presentan tipos polínicos característicos a nivel específico pudiendo distinguirse las especies *Callitriche stagnalis*, *Typha latifolia*, *Sparganium erectum*, *Menyanthes trifoliata*, *Nymphaea alba*, *Myriophyllum alterniflorum* y *Ceratophyllum demersum* (consultar clave dicotómica; Anexo I), constituyendo la mayoría de estas especies las de mayor distribución en sus respectivas familias (p. ej. Castroviejo 1986-2012; ANTHOS 2014; GBIF 2014). Sin embargo, en el caso de *Ceratophyllum demersum* al carecer de exina (consultar clave dicotómica; Anexo I) se deteriora y desaparece en el registro sedimentario o incluso es destruido por los métodos de extracción, por lo que no será observado en el análisis polínico de los registros sedimentarios (Erdtman 1960).

En el caso de la familia Ruppiaceae los tipos polínicos solo pueden corresponderse a nivel genérico, sin embargo, aportan la misma información ecológica. Las tres especies presentes en la Península Ibérica muestran grandes similitudes morfológicas y una estrecha afinidad ecológica, siendo los hidrófitos sumergidos dominantes en medios salobres, y desconociéndose ampliamente las diferencias en la autoecología de cada una de las especies, siendo *Ruppia maritima* la especie que presenta una mayor distribución tanto en la Península Ibérica (Ferrer y Comín 1979; Richardson 1980; Margalef 1981; Cirujano *et al.* 1991) como en el resto del mundo (Short *et al.* 2007).

En resumen, los tipos polínicos de las especies estudiadas se corresponden a nivel específico a buena parte de las especies acuáticas en lo que respecta a helófitos e hidrófitos, tales como *Typha latifolia*, *Sparganium erectum*, *Callitriche stagnalis*, *Menyanthes trifoliata*, *Nymphaea alba*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus repens*, *Polygonum amphibium*, *Lychnis flos cuculi*, *Solanum dulcamara* y *Potamogeton pectinatus* (también *Zea mays*), así como *Ranunculus peltatus*, *Limniris pseudacorus* y *Scirpoides holoschoenus* teniendo en cuenta que su tipo polínico se corresponde con un grupo de especies afines en el primer caso, o que son minoritarias y poco abundantes en los dos últimos casos. A nivel genérico pueden distinguirse los tipos polínicos de *Apium*, *Potamogeton* y *Ruppia*, todas ellas con especies de ecología afín y a nivel de grupo el tipo polínico de *Alisma plantago-aquatica*, que engloba especies de los géneros que componen la familia Alismataceae, tales como *Alisma*, *Baldellia* y *Damasonium*, todas ellas helófitos e higrófitos con ecologías muy similares y representativas de comunidades de plantas acuáticas de humedales. Así, pese a la reducida diversidad de especies de plantas acuáticas vasculares, se obtiene una buena resolución taxonómica a partir de los tipos polínicos debido a la alta diversidad taxonómica a nivel del gran número de familias que se encuentran representadas en las especies de hidrófitos y helófitos (Ackerman 2000).

Por otro lado, la problemática debida a la baja resolución taxonómica y solapamiento de especies con diferentes ecologías se concentra principalmente en la mayoría de especies de higrófitos, y en el caso del helófito *Phragmites australis* cuyo tipo polínico se corresponde a nivel de la familia Gramineae (al igual que el de *Arundo donax* y *Cortaderia selloana*). En la familia Cyperaceae, con un importante número de especies de higrófitos, los tipos polínicos distinguibles engloban géneros y grupos amplios de especies con diferentes afinidades ecológicas, tales como *Shcoenoplectus lacustris*, *Bolboschoenus maritimus*, *Carex pendula* o *Eleocharis palustris*. La misma situación se da en relación al tipo polínico de *Cardamine pratensis* que se solapa ampliamente con otras especies de géneros cercanos pero de escasa afinidad ecológica. También

en el tipo polínico del género *Oenanthe* se engloban especies del género con diferentes características ecológicas, como es el caso de *Oenanthe crocata* y *Oenanthe lachenalii*.

Además, debemos tener en cuenta que el método acetolítico de Erdtman (1960) daña o incluso destruye el polen de dos de las principales especies de hidrófitos sumergidos, *Ruppia maritima* y *Ceratophyllum demersum*, pudiendo infraestimar o no encontrar evidencia de su presencia en el registro sedimentario mediante el análisis polínico. La destrucción del polen de *Ceratophyllum demersum* se debe a la reducción de la cubierta de exina (consultar clave dicotómica, Anexo I; Erdtman 1943; Takahashi 1995). En general, el polen de las especies acuáticas posee una exina gruesa y bien ornamentada debido a la alta proporción de especies anemófilas, y en menor medida de entomófilas, dada la afinidad funcional de las restricciones que impone la deshidratación en el medio aéreo, factor que no supone una selección en el polen de hipohidrófilas, tales como *Ceratophyllum demersum*, cuyo polen es liso y carece de una gruesa exina para facilitar su dispersión en el medio acuático (Cook 1988; Ackerman 2000). Contrariamente, en el caso del polen de epihidrófilos, como en el polen de *Ruppia maritima*, la exina se encuentra fuertemente reticulada, posiblemente para ayudar a la flotación sobre el agua (Lacroix y Kemp 1997).

En este contexto el empleo del análisis polínico de plantas vasculares acuáticas en paleolimnología conlleva una serie de limitaciones a nivel taxonómico, en el caso de determinadas especies. Sin embargo, también constituye un factor importante la representatividad de los diferentes tipos polínico que puedan existir en los registros sedimentarios dependiendo de la abundancia de los taxa y su producción polínica (o incluso la preservación del polen), que a pesar de ser alta en los taxa anemófilos es más reducida en entomófilos, y sobre todo, en epihidrófilos e hipohidrófilos. Aunque el conocimiento en cuanto a la producción polínica en plantas acuáticas es limitado se sabe que es inferior al de plantas plenamente terrestres (Ackerman 2000).

Por otro lado, el polen de acuáticas presente en el registro sedimentario se circunscribe al ámbito del sistema lacustre concreto o del humedal, debido a que, contrariamente a lo que ocurre en los taxa terrestres, las plantas acuáticas; aunque poseen áreas de distribución muy amplias, su presencia se da en hábitats fragmentados y de dimensiones relativamente reducidas en relación a las grandes superficies terrestres, como ocurre con los sistemas lacustres (Chambers *et al.* 2008).

Como alternativas a las limitaciones del análisis del polen y como forma de aprovechar las ventajas de este método se ha propuesto el uso complementario de macrorestos vegetales en el seguimiento paleolimnológico de la evolución de la vegetación acuática, dado que ambas señales son concordantes (Davidson *et al.* 2005; Zhao *et al.*



2006; Sayer *et al.* 2010; Cañellas 2014). Los macrorestos vegetales pueden aumentar la resolución taxonómica de determinadas especies acuáticas, como es el caso de las especies de la familia Cyperaceae (Martinetto *et al.* 2014) o Gramineae en el caso de *Phragmites australis* (Grosse-Brauckmann 1972; Grosse-Brauckmann y Streitz 1992; Tobolski y Ammann 2000; Buczkó *et al.* 2009), y de aquellas menos abundantes o cuya producción polínica es menor mediante el análisis de frutos y restos vegetativos que perduran en el sedimento (Davidson *et al.* 2005; Zhao *et al.* 2006; Stutz *et al.* 2012; Sayer *et al.* 2010). E incluso, como en el caso de *Ceratophyllum demersum*, que por las características de su polen no se conserva o es destruido por los métodos de digestión, puede seguirse su evolución mediante el examen de macrorestos a partir de sus frutos o de las espinas terminales de las hojas (Grosse-Brauckmann 1972; Grosse-Brauckmann y Streitz 1992, Watts *et al.* 2000; Stutz *et al.* 2002; Bos *et al.* 2007; Wacnik 2009).

## 6. Conclusiones

En la aplicación del análisis polínico de plantas vasculares acuáticas a la paleolimnología resulta imprescindible realizar una correcta identificación de los diferentes tipos polínicos. Para ello es fundamental la elaboración de una palinoteca, como elemento de referencia de los posibles tipos polínicos presentes en el registro sedimentario. De la existencia de los mismos se infiere, no sólo la presencia de determinados taxa que nos permitirán conocer la evolución de la composición de la vegetación acuática vascular y el contexto paleoecológico, sino que nos va a permitir conocer también los posibles cambios de estado ecológicos, debidos a las perturbaciones ambientales existentes sobre el sistema lacustre, lo que ayuda a aumentar la información existente en el registro sedimentario sobre las señales de cambios internos del propio sistema.

En este sentido, se obtuvo una representación de los tipos polínicos de 31 especies de plantas vasculares acuáticas, representativas de las principales clases fitosociológicas ligadas a ambientes lacustres en Galicia, que se ordenaron mediante la realización de una clave dicotómica que facilitará la identificación de los tipos polínicos presentes en el registro sedimentario. En base a las especies estudiadas, se pudo determinar que la resolución a nivel taxonómico de los diferentes tipos polínicos, se corresponde a nivel específico, sobre todo, en buena parte de las especies de hidrófitos y helófitos. En determinados géneros o familias se engloban diferentes taxa con afinidades

ecológicas o fitosociológicas similares, incluso permitiendo la separación de los taxa con diferentes afinidades. Sin embargo, existe un importante número de especies, sobre todo de higrófitos, en cuyos tipos polínicos se engloban taxa con diferente afinidad ecológica o fitosociológica, correspondiéndose incluso el tipo polínico a nivel de familia, como en el caso de *Phragmites australis*.

Además, se ha observado que el polen de especies hipohidrófilas que carecen de un buen desarrollo de la exina, como en el caso de *Ceratophyllum demersum*, pueden deteriorarse en el registro sedimentario o incluso ser destruidas por los métodos de digestión y extracción de polen.

Por otro lado, la abundancia y producción polínica de determinados taxa, como es el caso de especies anemófilas frente a especies (epi-/hipo-)hidrófilas, debe ser tenido en cuenta a la hora de interpretar el análisis polínico del registro sedimentario.

Por todo ello, se sugiere el análisis de macrorestos vegetales como método complementario que permita aumentar la resolución taxonómica de determinados taxa, así como, obtener una mejor estima de la presencia de los taxa minoritarios o cuyos tipos polínicos no se conserven en el análisis polínico del registro sedimentario.

## 7. Agradecimientos

Me gustaría agradecer a la Dra. Luisa Santos Fidalgo y al Dr. Roberto Bao Casal el haberme permitido realizar este trabajo en el Laboratorio de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de A Coruña y por ayudarme en la elaboración de dicho trabajo.

Gracias también al Dr. Javier Amigo Vázquez, profesor del Departamento de Botánica de la Universidad de Santiago de Compostela por revisar y confirmar todas las especies de plantas vasculares acuáticas, al igual que a Alba Tojeiro Formoso e Iván Gómez Seoane por ayudar en la preparación de las muestras de polen.

A los miembros del laboratorio Armand Hernández Hernández y David Vázquez Loureiro también me gustaría agradecerles el haberme ayudado y el haberme facilitado el trabajo.

Y sobre todo a Rafael Carballeira Coego, contratado predoctoral del Departamento de Botánica de la Universidad de Santiago de Compostela cuya ayuda ha sido fundamental a la hora de realizar este trabajo, gracias a su gran esfuerzo y dedicación.

## 8. Referencias bibliográficas

- Aizpuru, I., Aseginolaza, C., Uribe-Echevarría, P.M., Urrutia, P. y Zorrakin, I. 2000. Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes. Departamento de Agricultura y Pesca. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco (Vitoria-Gasteiz). 831 pp.
- ANTHOS. 2014. Sistema de información de las plantas de España. Real Jardín Botánico, CSIC Fundación Biodiversidad. Recurso electrónico en [www.anthos.es](http://www.anthos.es).
- Ayres, K. Sayer, C.D., Perrow, M. y Skeate, E. 2008. Paleolimnology as a tool to inform shallow lake management: an example from Upton Great Broad, Norkfold, UK. *Biodiversity and Conservation*, 17: 2153-2168.
- Bañares, Á., Blanca, G., Güemes, J., Moreno J.C. y Ortiz, S. 2010. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Adenda 2010. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino). Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid, 170 pp.
- Baño, F. Del. 1985. Clave determinativa genérica de pólenes tricolpados. *Anales de biología*, 9: 3-20.
- Baño, F. Del. 1990. Atlas de Polen. Región de Murcia. Conserjería de Cultura, Educación y Turismo. 232 pp.
- Birks, H.J.B. y Birks, H.H. 1980. Quaternary palaeocology. University Park Press, 289 pp.
- Birkinshaw, C.R. 1994. Aspects of the. Ecology and conservation of *Damasonium alisma* Miller in Western Europe. *Watsonia*, 20: 33-39.
- Blackmore, S. y Heath, G.L.A. 1984. Menyanthaceae. *The Northwest European Pollen Flora*, 35: 121-132.
- Blanca, G., Cabezudo, B., Cueto, M., Fernández-López, C., Morales-Torres, C. 2009. Claves de la flora vascular de Andalucía oriental. Universidad de Granada (Granada), 802 pp.
- Bolós, O. y Vigo, J. 1984-2001. Flora dels Països Catalans. Barcino (Barcelona).
- Booi, M., Punt, W. y Hoen, P.P. 2003. Lythraceae. *The Northwest European Pollen Flora*, 68. Review of Paleobotany and Palynology, 123: 163-180.
- Bos, J.A.A., Van Geel, B., Van der Plicht, J. y Bohncke, S.J.P. 2007. Preboreal climate oscillations in Europe: Wiggle-match dating and synthesis of Dutch high-resolution multi-proxy records. *Quaternary Science Reviews*, 26: 1927-1950.
- Buczko, K., Korponai, J., Padišák, J. y Starratt, S.W. 2009. Palaeolimnological proxies as tools of environmental reconstruction in fresh water. *Hidrobiología* 208, 631-656.
- Cañellas, N. 2014. Vegetation in relation to climate change, geological processes and human impact Easter Island since the Last Glacial. Paleoeological study of sediments from Lake Raraku. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 174 pp.
- Castroviejo, S. (coord. gen.). 1986-2012. Flora Ibérica 1-8, 10-15, 17-18, 21. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Chambers, A.E., Lacoul, A.E., Murphy, K.J. y Thomas, S.M. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 9-26.
- Chanda, S. 1962. On the Pollen Morphology of Some scandinavian caryophyllaceae, *Grana Palynologica*, 3:3, 67-89.
- Cirujano, S., Velayos, M., Castilla, F. y Gil, M. 1992. Criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles (Península Ibérica y las Islas Baleares). ICONA-C.S.I.C., 456 pp.
- Clarke, G.C.S., Punt, W. y Hoen, P.P. 1991. Ranunculaceae. *The Northwest European Pollen Flora*, 51. 117-271
- Cohen, A.S. 2003. Paleolimnology: The history and evolution of lake systems. Oxford University Press, 510 pp.

- Colinvaux, P., de Oliveira, P.E., Moreno Patino, J.E. 1999. Amazonpollen manual and atlas. Manual e atlas palinológico da Amazonia. Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 322 pp.
- Conran, J.G. 2012. The genus *Alisma* L. (Alismataceae) in South Australia. J. Adelaide Bot. Gard., 25: 11-15.
- Danielsen, R. 2010. Dissimilarities in the recent histories of two lakes in Portugal explained by local-scale environmental processes. Accepted by Journal of paleolimnology, 43(3): 513-534.
- Daubs, E. H. 1965. A monograph of Lemnaceae. Illinois Biol. Monogr.
- Davidson, T.A., Sayer, C.D., Bennion, H., Davis, C., Rose, N. y Wade, M.P. 2005. A 250 years comparison of historical, macrofossil and pollen records of aquatic plants in a shallow lake. Freshwater Biology, 50: 1671-1686.
- Dunbar, A. 1973. Pollen development in the *Eleocharis palustris* group (Cyperaceae) I. Ultrastructure and ontogeny. *Botaniska Notiser*, 126: 197-254.
- Edwards, K.J. y MacDonald, G.M. 1991: Holocene palynology: II Human influence and vegetation change. Progress in Physical Geography, 15: 365-391.
- Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Almqvist and Wiksell 539 pp.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. Svensk Botanischeskii Tidskrift, 54: 561-564.
- Engel, M.S. 1980. Haloragaceae. The Northwest European Pollen Flora, 19. 199-207.
- García-Rollán, M. 1985. Claves de la flora de España: Península y Baleares. Volumen I y II. Mundi-Prensa (Madrid), 2ª edición.
- Faegeri, K. e Iversen, J. 1989. Textbook of Pollen Analysis. John Wileys y Sons. 4<sup>th</sup> edition, 328 pp.
- Ferrer y Comín, F.A. 1979. Distribució i ecologia dels macrófits submergits del delta de l'Ebre. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 44(Sec. Bot., 3): 111-117.
- Fernald, M.L. 1946. The North American representatives of *Alisma plantago-aquatica*. Rhodora, 48: 86-88.
- García-Murillo, P. 1993. Estudio palinológico del género *Potamogeton* L. en la Península ibérica. Bot Complutensis, 18: 79-91.
- GBIF, Unidad de Coordinación en España, www.gbif.es, 2014.
- Grosse-Brauckmann, G. 1972. Über pflanzliche Makrofossilien mitteleropäischer Torfe. I. Gewebereste kroatiger Pflanzen und ihre Merkmale. TELMA, 2: 19-55.
- Grosse-Brauckmann, G. y Streitz, B. 1992. Pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe III. Früchte, Samen und einige Gewebe (Fotos von fossilen Pflanzenresten). TELMA, 22: 53-102.
- Hall, V.A. 1991. Some problems encountered in identifying Phragmites pollen in modern and fósil pollen assemblages. Circaea, 8(1): 17-19.
- Hellquist, C.B. 1980. Correlation of alkalinity and the distribution of *Potamogeton* in New England. Rhodora, 82: 331-344.
- Hobbs, W.O., Ramstack-Hobbs, J.M., LaFrançois, T., Zimmer, K.D., Theissen, K.M., Edlund, M.B., Michelutti, N., Butler, M.G., Hanson, M.A. y Carlson, T.J. 2012. A 200-year perspective on alternative stable state theory and lake management from a biomanipulated shallow lake. Ecological applications, 22(5): 1483-1496.
- Hooghiemstra, H. y van Geel, B. 1998. World list of Quaternary pollen and spore atlases. Review of Palaeobotany and Palynology, 104: 157-82.
- Izco, J., Amigo, J. y García-San Leon, D. 2001. Análisis y clasificación de la vegetación de Galicia (España), II. La vegetación herbácea. Lazaroa, 21: 25-50.

- Jeppesen, E. 1998. The ecology of shallow lakes, Trophic Interactions in the Pelagial. University of Copenhagen, Silkeborg, 358 pp.
- Jeppesen, E., Søndergaard, M. y Jensen, J.P. 2003. Climate warming and regime shifts in lake food webs - some comments. *Limnology and Oceanography*, 48: 1346–1349.
- Jeppesen, E., Jensen, J.P., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Pedersen, L.J. y Jensen, L. 1997. Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiologia*, 342: 151–164.
- Jeppesen, E., Søndergaard, M., Søndergaard, M. y Kristoffersen, K. 1998. Structuring role of submerged macrophytes in lakes. Springer-Verlag, New York.
- Jones, M.R. y Clarke, G.C.S. 1981. Nymphaeaceae. *The Northwest European Pollen Flora*, 25. 57-67.
- Kadono, Y. 1982. Occurrence of aquatic macrophytes in relation to pH, alkalinity, Ca<sup>2+</sup>, Cl and conductivity, *Jap. J. Ecol.*, 32: 39-44.
- Krüger, L. y Kirst, G.O. 1991. Field Studies on the ecology of *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (*Scirpus maritimus* L. s.l.). *Folia Geobot. Phytotax. Praha*. 26: 277-286.
- Lieffers, V.J. 1981. Environment and ecology of *Scirpus maritimus* L. var *paludosus* (Wels) Kuk in saline wetlands of the Canadian Prairies. Thesis University of Manitoba, 167 pp.
- MacDonald, G.M. y Edwards, K.J. 1991. Holocene palynology: I principles, population and community ecology, palaeoclimatology. *Progress in Physical Geography*, 15: 261–89.
- Margalef, R.M. 1983. *Limnología*. Ed. Omega, 1010 pp.
- Margalef, R. 1981. Distribución de los macrófitos de las aguas dulces y salobres. del E y NE de España y dependencia de la composición química del medio. Fundación Juan March, Serie Universitaria, 157. Madrid. 62 pp.
- Martinetto, E., Bonvet, D., Vassio, E., Magni, P. y Jiménez-Mejías, P. 2014. A new protocol for the collection and cataloguing of reference material for the study of fossil Cyperaceae fruits. The modern carpological collection. *Review of Paleobotany and Palynology*, 201: 56-74.
- May, R.M. 1977. Thresholds and breakpoints in ecosystems with a multiplicity of states. *Nature*, 450(7166): 471-477.
- Moar, N.T. y Wilmshurst, J.M. 2003. A key to the pollen of New Zealand Cyperaceae, *New Zealand Journal of Botany*, 41:2, 325-334.
- Molina, J.A., Sanchez-Mata, D. y Pizarro, J. 1988. Cuatro Potamogeton de España distribuidos por la «Société pour l'échange des plantes vasculaires». *Soc. Eclz. Plantes Vasc. Eur. Bassin Médit.*, Bull., 23: 83-85.
- Moore, P.D., Webb, J.A. y Collinson, M.E. 1991. *Pollen Analysis* Blackwell Scientific Publications, Oxford, 216 pp.
- Moss, B. 1990. Engineering and biological approaches to the restoration from eutrophication of shallow lakes in which aquatic plant communities are important components. *Hydrobiologia*, 10: 1628-1638.
- Nagels, A., Muasya, A.M., Huysmans, S., Vrijdaghs, A., Smets, E. y Viuckier, S. 2009. Palynological diversity and major evolutionary trends in Cyperaceae. *Plant. Syst. Evol.*, 277: 117-142.
- Nilsson, S. y Praglowski, J. 1992. *Erdtman's Handbook of Palynology*. Munksgaard, 2<sup>nd</sup> edition, 580 pp.
- Nilsson, S., Praglowski, J., Nilsson, L. 1977. *Atlas of airborne pollen grains and spores in Northern Europe*. Stockholm, Natur och Kultur.
- Perveen, A. 2006. A Contribution to the Pollen Morphology of Family Gramineae. *World Applied Sciences Journal*, 1(2): 60-65.
- Pip, E., 1987. The ecology of Potamogeton species in central North America. *Hydrobiologia*, 153: 203-216.

- Punt, W. *et al.* 2006. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143: 1–81.
- Punt, W. y Hoen, P. 2009. The northwest European pollen flora, 70 Asteraceae-Asteroidae. *Review of Paleobotany and Palynology*, 157: 22-183.
- Randsalu-Wendrup, L., Conley, D.J., Carstensen, J., Hansson, L.A., Brönmark, C., Fritz, S.C., Choudhary, P., Routh, J. y Hammarlund, D. 2014. Combining limnology to investigate recent regime shifts in a shallow, eutrophic lakes. *Journal of Paleolimnology*, 51: 437-448.
- Reille, M. 1992. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique Du Nord. Marseille, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie.
- Reille, M. 1995. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique Du Nord. Supplement 1. Marseille, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie.
- Renault-Miskovsky, J. y Petzold, M. 1992. Spores et Pollen. Editions La Duraulie. 360 pp.
- Ritchie, J.C. 1995. Current trends in studies of long-term plant community dynamics. *New Phytologist*, 130: 469–94.
- Romero-Buján, M.I. 2008. Catálogo da flora de Galicia. Monografías do Ibader I. Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, 171 pp.
- Saa-Otero, M.P., Suárez-Cervera, M., Gracia, V.R. 1996. Atlas del Polen de Galicia I. Diputación Provincial de Ourense, 358 pp.
- Saenz, C. 1978. Polen y esporas, introducción a la Palinología y Vocabulario palinológico. H. Blume Ediciones, Madrid. 220 pp.
- Sas, H., 1989. Lake restoration by reduction of nutrient loading: expectations, experiences, extrapolations. *Academia Verlag Richarz, St. Augustin*, 1–497.
- Seppä, H. y Bennet, K.D. 2003. Quaternary pollen analysis: recent progress in palaeoecology and palaeoclimatology. *Progress in Physical Geography*, 27: 548-579.
- Sayer, C.D., Davidson, T.A., Jones, J.I. y Langdon, P.G. 2010. Combining contemporary ecology and paleolimnology to understand shallow lake ecosystem change. *Freshwater biology*, 55: 487-499.
- Scheffer, M., Carpenter, S.R., Foley, J.A., Folke, C., y Walker, B. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413: 591–596.
- Scheffer, M., Hosper, S.H., Meijer, M.L., Moss, B. y Jeppesen, E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 275–279.
- Scheffer, M., Van den Berg, M.S., Breukelaar, A.W., Breukers, C.P.M., Coops, H., Doef, R.W. y Meijer, M.L. 1994. Vegetated areas with clear water in turbid shallow lakes. *Aquatic Botany*, 49: 193–196.
- Scheffer, M. y Van Nes. 2007. Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven by climate, nutrients, depth and lake size. *Hydrobiologia*, 584: 455–466.
- Short, F., Carruthers, T., Dennison, W. y Waycott, M. 2007. Global seagrass distribution and Diversity: A bioregional model. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*, 350: 3.-20.
- Skvarla, J.J. y Larson, D.A. 1966. Fine structural Studies of Zea mays pollen I: cell membranas and exine ontogeny. *American Journal of Botany*, 53(10): 1112-1125.
- Smol, J.P. 1990. Are we building enough bridges between palaeolimnology and aquatic ecology? *Hydrobiologia*, 214: 201-206.
- Stutz, S., Borel, C.M., Fontana, S.L. y Tonello, M.S. 2012. Holocene changes in trophic states of shallow lakes from the Pampa plain of Argentina. *The Holocene*, 22(11): 1263–1270.
- Talavera, S., Casimiro-Soriguer, R., Balao, F., Molina, A. y Pizarro, J. 2008. El género *Baldellia* Parl. (Alismataceae) en la Península Ibérica, Baleares y Marruecos. *Acta Botanica Malacitana*, 33: 309-313.

- Takahashi, M. 1995. Development of structure-less pollen wall in *Ceratophyllum demersum* L. (Ceratophyllaceae). *Journal of Plant Research*, 100: 205-208.
- Tobolski, K. y Ammann, B. 2000. Macrofossil as records of plant responses to rapid late glacial climatic changes at three sites in the Swiss Alps. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 159: 251-259.
- Traverse, A. 2007. *Paleopalynology. Topics in Paleobiology*, vol. 28. Springer, 2nd Edition. 575 pp.
- Trigo, M.M. y Fernández, I. 1995. Contribución al estudio polínico de especies ornamentales con interés alérgico cultivadas en Málaga: monocotiledóneas. *Acta Botánica Malacitana*, 20: 61-70.
- Valdés, B., Díez, M.J. y Fernández, I. 1987. Atlas polínico de Andalucía occidental. Instituto de desarrollo regional nº 43, Universidad de Sevilla, Diputación de Sevilla, 450 pp.
- Van-Leeuwen, P., Punt, W. y Hoen, P.P. 1988. Polygonaceae. *The Northwest European Pollen Flora*, 43. *Review of Paleobotany and Palynology*, 57: 81-151.
- Van-Wichelen, J., Camelbeke, K., Chaerle, P., Goetghebeur, P. y Huysmans, S. 1999. Comparison of different treatments for LM and SEM and systematic value of pollen grains in Cyperaceae.–Grana, 38: 50–58.
- Van-Wijk, R.J., Van-Goor, E.M.J., Verkley, J.A.C. 1988. Ecological studies on *Potamogeton pectinatus* L. II. Autoecological characteristics, with emphasis on salt tolerance, intraspecific variation and isoenzyme patterns. *Aquatic Botany*, 32(1): 239-260.
- Van-Wijk, R.J. 1988a. Ecological studies on *Potamogeton pectinatus* L. I. General characteristics, biomass production and life cycle under field conditions. *Aquatic Botany*, 31(3-4): 211-258.
- Van-Wijk, R.J. 1988b. Ecological Studies on *Potamogeton pectinatus* L. III. Reproductive strategies and germination ecology. *Aquatic botany*, 33(3-4): 271-299.
- Wacnik, A. 2009. Vegetation development in the Lake Miłkowskie area, north-eastern Poland, from the Plenivistulian to the late Holocene. *Acta Palaeobotanica*, 49(2): 287–335.
- Watts, W.A., Allen, J.R.M. y Huntley, B. 2000. Palaeoecology of three interstadial events during oxygen-isotope Stages 3 and 4: a lacustrine record from Lago Grande di Monticchio, southern Italy. *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 155: 83–93.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology: Lake and river ecosystems*. 3<sup>th</sup> edition, Academic Press, 1006 pp.
- Whitmore, T.J. y Riedinger-Whitmore, M.A. 2014. Topical advances and recent studies in paleolimnological research. *Journal of Limnology*, 73(S1): 149-160.
- Wiegleb, G., Herk, W. y T-Deskino, D. 1989. Ten years of vegetation dynamic in two rivulets in Lower Saxony. *Vegetatio*, 82: 163-178.
- You-Hao, G. y Cook. 1989. Pollination efficiency of *Potamogeton pectinatus* L. *Aquatic Botany*, 34(4): 381-384.
- Zhao, Y., Sayer, C.D., Birks, H.H., Hughes, M., Sylvia, M. y Peglar, S.M. 2006. Spatial representation of aquatic vegetation by macrofossils and pollen in a small and shallow lake. *Journal of Paleolimnology*, 35: 335-350.

## 9. ANEXO I. Clave dicotómica y caracterización de los tipos polínicos

### Clave general de tipos polínicos

1. Granos de polen reunidos en grupos (tétradas o polinias)... **Grupo 1, Tétradas**
1. Granos de polen libres .....2
2. Sin aperturas o con áreas aperturales difusas.....3
2. Con aperturas bien marcadas.....4
3. Sin aperturas.....**Grupo 2, Inaperturados**
3. Con áreas aperturales difusas.....**Grupo 3, Aperturados difusos**
4. Con todas las aperturas poradas.....5
4. Sin aperturas poradas, o con aperturas poradas alternando con otros tipos de aperturas.....8
5. Poros repartidos por toda la superficie del polen.....**Grupo 4, Pantoporados**
5. Poros situados en los polos, en el ecuador o en ambas zonas a la vez.....6
6. Con un solo poro situado en el polo distal.....**Grupo 5, Monoanaporados**
6. Con varios poros situados en el ecuador, en el ecuador y en los polos, o en las zonas subecuatoriales.....7
7. Con un poro en el polo distal y los restantes en el ecuador.....**Grupo 6, Anazonoporados**
7. Con dos o más poros en el ecuador o cerca del ecuador.....**Grupo 7, Tetraxonoporados**



8. Con todas las aperturas simples.....9
8. Con todas las aperturas compuestas o con aperturas simples y compuestas alternando.....11
9. Con dos o más aperturas alargadas y situadas en el ecuador..... **Grupo 8, Trizonocolpados**
9. Con una o más aperturas polares, o polares y ecuatoriales repartidas por toda la superficie, o espiraladas; rara vez todas en el ecuador y alternando alargadas y redondeadas.....10
10. Con una o dos aperturas polares.....**Grupo 9, Monoanasulcados**
10. Con aperturas polares y ecuatoriales.....**Grupo 10, Polipantocolpados**
11. Con aperturas simples y compuestas alternando.....**Grupo 11, Hexazonoheterocolpados**
11. Con todas las aperturas compuestas..... **Grupo 12, Trizonocolporados**

**Grupo 1. Tétradas.....** *Typha latifolia* (34)

**Grupo 2. Inaperturados**

1. Polen triangular en v.e. y c.o.m.....**Tipo *Carex flacca***  
**(*Eleocharis palustris* (11), *Bolboschoenus maritimus* (9), *Carex pendula* (10), *Schoenoplectus lacustris* (12))**

1. Polen no triangular en v.e. y c.o.m.....2

2. Polen arqueado o en forma de boomerang o arco en v.e. y c.o.m.....***Ruppia marítima***

2. Polen no arqueado en v.e. y c.o.m.....3

3. Con elementos supratactales de tipo gema, báculo y verruga de alrededor de 2,5  $\mu\text{m}$ .....***Nymphaea alba***

3. Sin elementos supratactales o con elementos de un solo tipo.....4

4. Polen elipsoideo.....5

4. Polen esférico.....**Tipo *Potamogeton natans***  
**(*Potamogeton natans* (24), *Potamogeton pusillus* (27), *Potamogeton perfoliatus* (26) y *Potamogeton trichoides* (28)).**

5. Esporodermis con exina..... ***Potamogeton pectinatus* (25)**

5. Esporodermis sin exina o con exina  
endexinosa.....***Ceratophyllum demersum* (8)**

**Grupo 3. Aperturados difusos.....*Ruppia marítima* (31)**

#### **Grupo 4. Pantoporados**

1. Poros de 3-4  $\mu\text{m}$ .....***Lychnis flos cuculí* (7)**

1. Poros de 4-7  $\mu\text{m}$ .....***Alisma plantago-aquatica* (1)**

#### **Grupo 5. Monoanaporados**

1. Polen elipsoideo.....***Nymphaea alba* (18)**

1. Polen esférico.....2

2. Superficie perforada, con lúmenes alargados, sin elementos  
supratactales.....***Sparganium erectum* (33)**

2. Superficie no perforada con elementos  
supratactales.....***Callitriche stagnalis* (6)**

### **Grupo 6. Anazonoporados**

1. Triangular en v.e. y c.o.m..... ***Scirpoides holoschoenus* (13)**

1. Circular en v.e. y c.o.m.....2

2. Tamaño mediano.....Tpo ***Festuca arudinacea***  
**(*Arundo donax* (20), *Cortaderia selloana* (21), *Phragmites australis* (19)).**

2. Tamaño grande.....***Zea mays* (22)**

**Grupo 7. Tetraxonoporados.....*Myriophyllum alterniflorum* (14)**

### **Grupo 8. Trizonocolpado**

1. Sin estrías.....2

1. Con estrías.....***Menyanthes trifoliata* (17)**

2. Superficie equinulada o escábrida, perforada o  
imperforada.....***Ranunculus peltatus* (29)**

2. Superficie perforada, reticulada, sin elementos  
supracteales.....***Cardamine pratensis* (5)**

**Grupo 9. Monoanasulcados.....*Limniris pseudocarus* (15)**

**Grupo 10. Polipantocolpados.....*Ranunculus repens* (30)**

**Grupo 11. Hexazonoheterocolpados.....*Lythrum salicaria* (16)**

## Grupo 12. Trizonocolporados

1. Ectoaperturas subecuatoriales.....**Tipo *Scandix pecten-veneris* (*Oenanthe crocata* (3) y *Oenanthe lachenalii* (4)).**
  1. Ectoaperturas terminales o subterminales.....2
  2. Sexina más gruesa en los polos que en el ecuador.....3
  2. Sexina más gruesa en el ecuador que en los polos.....***Solanum dulcamara* (32)**
3. Endoaperturas de c. 6  $\mu\text{m}$  de anchura.....***Polygonum amphibium* (23)**
3. Endoaperturas de hasta 6  $\mu\text{m}$  de anchura.....***Apium nodiflorum* (2)**

## Caracterización de los tipos polínicos

### 1. *Alisma plantago-aquatica*.

Polen polipantoporado, apolar, con simetría radial; de contorno poligonal; adecuado. Tamaño pequeño o mediano;  $D= 22-42 \mu\text{m}$ . Aperturas simples de tipo poro, de 18–33 en número, circulares, de 4–6,5  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina más gruesa que la nexina. Tectum completo; infractum columelado, con columelas más largas en mesoporias. Superficie equinulada, con espínulas de menos de 1  $\mu\text{m}$ .

### 2. *Apium nodiflorum*.

Polen 3-zonocolporado, isopolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, subcircular; en visión polar, circular; de semierecto a erecto, con  $P/E= 1,25-2$ . Tamaño pequeño;  $P= 15-27 \mu\text{m}$ ;  $E= 8-17 \mu\text{m}$ . Ectoaperturas de tipo colpo, de c. 19  $\mu\text{m}$  de longitud y muy estrechas, casi sincolpado; endoaperturas de tipo poro, de c. 1,9 x 4  $\mu\text{m}$  en posición ecuatorial. Exina de aproximadamente 2  $\mu\text{m}$ , aumentando de grosor hacia los polos, con sexina más gruesa que la nexina, Tectum completo, infractum columelado, con columelas de menos de 1  $\mu\text{m}$ , con tendencia a reticulada, sobre todo en las proximidades de las aperturas.

### **3. *Oenanthe crocata.***

Polen 3-zonocolporado, isopolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, rectangular-cóncavo (elíptico con lados cóncavos), constreñido en el ecuador; en visión polar, subcircular; de erecto a pererecto, con  $P/E = 1,61 - 2,4$ -Tamaño mediano o grande;  $P = 28 - 49 \mu\text{m}$ ;  $E = 14 - 23 \mu\text{m}$ . Ectoaperturas de tipo colpo, muy cortas, en posición meridiana; endoaperturas de tipo poro, de c.  $3 \times 8 \mu\text{m}$ , en posición ecuatorial. Exina de c.  $2 \mu\text{m}$  en los polos y c.  $4 \mu\text{m}$  en el ecuador, con nexina más gruesa en las proximidades de las aperturas, donde se interrumpe para formar una especie de alas. Téctum completo; infratéctum columelado, con columelas muy numerosas, digitadas en el ecuador en las proximidades de las aperturas. Superficie escábrida.

### **4. *Oenanthe lachenalii.***

Polen 3-zonocolporado, isopolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, rectangular, convexo; en visión polar, subcircular; erecto o pererecto. Tamaño mediano. Ectoaperturas de tipo colpo, de unos  $17 \mu\text{m}$  de longitud, en posición meridiana; endoaperturas de tipo poro en posición ecuatorial. Exina además de  $3 \mu\text{m}$  de grosor, más gruesa en el ecuador, con sexina aproximadamente del mismo grosor que la nexina. Téctum completo; infratéctum columelado, con columelas muy numerosas. Superficie regulada, casi psilada cerca de las aperturas.

### **5. *Cardamine pratensis.***

Polen 3-zonocolpado, isopolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, de circular a elíptico; en visión polar, circular; de semitransverso a erecto. Tamaño de pequeño a mediano;  $P = 17-38 \mu\text{m}$ ;  $E = 14-32 \mu\text{m}$ . Aperturas simples de tipo colpo, terminales. Exina de  $2-3 \mu\text{m}$  de grosor con sexina dos veces más gruesa que la nexina. Téctum parcial; infratéctum con columelas distanciadas y gruesas. Superficie reticulada con muros muy estrechos.

### **6. *Callitriche stagnalis.***

Polen 1-anaporado, heteropolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, circular; en visión polar, circular. Tamaño pequeño;  $D = 15-23 \mu\text{m}$ . Apertura simple de tipo poro, con margen poco marcado. Exina de aproximadamente  $1 \mu\text{m}$  de grosor, con sexina y nexina difíciles de distinguir. Téctum completo; infratéctum no columelado. Superficie verrugosa.

### **7. *Lychnis flos cuculi.***

Pantoporado, apolar, con simetría radial; Circular en ambas visiones (polar y ecuatorial); Tamaño medio; D= 27-35  $\mu\text{m}$ ; Aperturas simples de tipo poro, con más de 20 poros circulares. Exina de 2,5-3  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina más gruesa que la nexina. Superficie espinulada, perforada.

### **8. *Ceratophyllum demersum.***

Polen inaperturado, isopolar, con simetría bilateral; Tamaño medio; D= 30-50  $\mu\text{m}$ . Circular tanto en visión ecuatorial como en visión polar. Esporodermis que carece de exina. Superficie lisa.

### **9. *Bolboschoenus maritimus.***

Polen anaporozonocolpado, heteropolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, triangular; de suberecto a erecto, con P/E = 1,10 – 2,00, Tamaño mediano; P = 21 – 50  $\mu\text{m}$ ; e = 17 - 32  $\mu\text{m}$ . Con 5 – 6 aperturas simples con margen poco marcado; una silueta en el polo discal y de tipo poro, y la demás en la zona ecuatorial y de tipo colpo, membrana apertural insulada o verrugosa. Exina de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina más gruesa que la nexina. Téctum completo; infractéctum columelado, con columelas cortas. Superficie granulada, densamente perforada, sobre la que se disponen elementos suprategmiales de muy pequeño.

### **10. *Carex pendula.***

Polen anaporozonocolpado, heteropolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, triangular; de suberecto a erecto, con P/E = 1,10 – 2,00, Tamaño mediano; P = 21 – 50  $\mu\text{m}$ ; e = 17 - 32  $\mu\text{m}$ . Con 5 – 6 aperturas simples con margen poco marcado; una silueta en el polo discal y de tipo poro, y la demás en la zona ecuatorial y de tipo colpo, membrana apertural insulada o verrugosa. Exina de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina más gruesa que la nexina. Téctum completo; infractéctum columelado, con columelas cortas. Superficie granulada, densamente perforada, sobre la que se disponen elementos suprategmiales de muy pequeño.

### **11. *Eleocharis palustris.***

Polen anaporozonocolpado, heteropolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, triangular; de suberecto a erecto, con P/E = 1,10 – 2,00, Tamaño mediano; P = 21 – 50  $\mu\text{m}$ ; e = 17 - 32  $\mu\text{m}$ . Con 5 – 6 aperturas simples con margen poco marcado; una

silueta en el polo discal y de tipo poro, y la demás en la zona ecuatorial y de tipo colpo, membrana apertural insulada o verrugosa. Exina de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina más gruesa que la nexina. Tectum completo; infractectum columelado, con columelas cortas. Superficie granulada, densamente perforada, sobre la que se disponen elementos suprategales de muy pequeño.

### **12. *Schoenoplectus lacustris*.**

Polen anaporozonocolpado, heteropolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, triangular; de suberecto a erecto, con P/E = 1,10 – 2,00, Tamaño mediano; P = 21 – 50  $\mu\text{m}$ ; e = 17 - 32  $\mu\text{m}$ . Con 5 – 6 aperturas simples con margen poco marcado; una silueta en el polo discal y de tipo poro, y la demás en la zona ecuatorial y de tipo colpo, membrana apertural insulada o verrugosa. Exina de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina más gruesa que la nexina. Tectum completo; infractectum columelado, con columelas cortas. Superficie granulada, densamente perforada, sobre la que se disponen elementos suprategales de muy pequeño.

### **13. *Scirpoides holoschoenus*.**

Polen anazonoporado, heteropolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, triangular; de suberecto a erecto, con P/E = 1,11 - 2,00 (1,20 – 1,56 (x =1,42 +- 0,009) en C. hallerana; 1,11 – 2 (x=1,70 +- 0,14) en S. holoschoenus). Tamaño mediano; P = 27 – 40  $\mu\text{m}$  (35 – 40 (X =37,50 +- 1,89)  $\mu\text{m}$  en C. hallerana; 27 – 32 (x =30,11 +- 1,59)  $\mu\text{m}$  en S. holoschoenus; E = 15 – 30  $\mu\text{m}$  (23 -30 (X = 26,42 +- 1,80)  $\mu\text{m}$  en C. hallerana; 15 – 27 (x = 17,80 +- 1,83)  $\mu\text{m}$  en S. holoschoenus. Con 5 – 6 aperturas simples de tipo poro, de 5 – 8  $\mu\text{m}$  de diámetro, una en el polo discal y las demás en la zona ecuatorial; membrana apertural insulada. Exina de c. 1  $\mu\text{m}$  de espesor. Tectum completo; infractectum columelado. Superficie granulado-perforada, con perforaciones densamente dispuestas y elementos suprategales de muy pequeño tamaño, si bien en este caso estos elementos no aparecen sobre las ínsulas de la membrana apertural.

### **14. *Myriophyllum alterniflorum*.**

Polen 4 ó 6-zonoporado (a veces 5 ó 7-zonoporado), marcadamente aspidado, isopolar, con simetría radial, a veces asimétrico; en visión ecuatorial, ligeramente elíptico; en visión polar, circular; transverso o semitransverso, con P-E = 0,71 – 0,88) X= 0,79 +- 0,03). Tamaño mediano; P = 20 – 24 (X=21,73 +- 1,12)  $\mu\text{m}$ ; E = 25 – 29 (X= 27,26 +- 1,36)  $\mu\text{m}$ . Aperturas simples, de c. 5  $\mu\text{m}$  de diámetro, rodeadas por un anillo muy marcado de 3 – 4  $\mu\text{m}$  de apertura, y agrupadas en general de dos en dos o de tres en tres. Exina de c. 1,5  $\mu\text{m}$  de grosor en la mesoporia y de c. 4  $\mu\text{m}$  alrededor de las

aperturas, con sexina y nexina difíciles de distinguir. Téctum completo; infratéctum formado por columelas poco visibles, muy cortas y laxamente dispuestas. Superficie ligeramente plegada a modo de rúgulas, perforadas, con elementos escábridos puntiagudos.

#### **15. *Limniris pseudacorus*.**

Polen 1-anasulado, heteropolar, con simetría bilateral; en visión ecuatorial, planoconvexo; en visión polar, elíptico; de transverso a erecto; con P/E = 0,70-1,38 (0,90-1,38 ( $x = 1,07 \pm 0,10$ ) en *I. foetidissima*; 0,70 – 0,98 ( $x = 0,86 \pm 0,005$ ) en *I. pseudacorus*). Tamaño grande; P = 57 – 76  $\mu\text{m}$  ( 57 – 76 ( $X = 65,12 \pm 4,74$ )  $\mu\text{m}$  en *I. foetidissima*; 62 – 76 ( $x = 71,17 \pm 2,69$ )  $\mu\text{m}$  en *pseudacorus*); E1 = 52 – 95  $\mu\text{m}$  (52 – 66 ( $x = 60,21 \pm 2,78$ )  $\mu\text{m}$  en *I. foetidissima*, 74 – 95 ( $X = 81,20 \pm 4,48$ )  $\mu\text{m}$  en *I. pseudacorus*); E2 = 50 – 75  $\mu\text{m}$  ( 50 – 65 ( $x = 57,60 \pm 2,38$ )  $\mu\text{m}$  en *I. foetidissima*; 62 – 75 ( $x = 69,64 \pm 2,78$ )  $\mu\text{m}$  en *pseudacorus*). Apertura simple de tipo sulco recorriendo todo el polo dista. Exina de 1 – 2,5  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina y nexina difíciles de distinguir. Téctum parcial; infratéctum columelado. Superficie reticulada, con lúmenes de contorno irregular, limitados por muros de superficie psilada.

#### **16. *Lythrum salicaria*.**

Polen 6-zonoheterocolpado, isopolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, elíptico; en visión polar, circular. Tamaño de pequeño a mediano; P= 15-32  $\mu\text{m}$ ; E= 15-31  $\mu\text{m}$ . Ectoaperturas de tipo colpo, 3 simples (colpo) y 3 compuestas (colporadas). Endoaperturas de tipo poro con más de 6,5  $\mu\text{m}$  de diámetro y endexina engrosada. Exina de unos 2  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina aproximadamente tan gruesa como la nexina. Téctum completo; infratéctum columelado. Superficie estriada, sin elemento supracteales.

#### **17. *Menyanthes trifoliata*.**

Polen 3-zonocolporado; en visión ecuatorial, elíptico; en visión polar, circular. Tamaño mediano; P= 31-40  $\mu\text{m}$ ; E= 32-41  $\mu\text{m}$ . Ectoaperturas en forma de colpo y endoaperturas en forma de poro con márgenes indiferenciados. Exina delgada entre 1,5-2  $\mu\text{m}$  con la sexina y la nexina de un grosor similar. Superficie estriada con muros largos y delgados.

#### **18. *Nymphaea alba*.**

Polen 1-anaporado, heteropolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, plano convexo; en visión polar, circular; de transverso a semitransverso, con P/E = 0.60 –



0.89 ( $x = 0.76 \pm 0.07$ ). Tamaño mediano;  $P = 20-27$  ( $23.48 \pm 1.55$ )  $\mu\text{m}$ . Aperturas simples de tipo poro, de aproximadamente 20  $\mu\text{m}$  de diámetro, con un opérculo. Exina de c. 1.5  $\mu\text{m}$  de grosor. Téctum completo. Superficie psilado-punteada sobre la que aparecen elementos suprategmiales de tipo gema, báculo y verruga de aproximadamente 2.5  $\mu\text{m}$ .

#### **19. *Phragmites australis*.**

Polen 1-anaporado, heteropolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, circular, a veces elíptico; en visión polar, circular. Tamaño de pequeño a mediano;  $D = 16-47$   $\mu\text{m}$ . Aperturas simples de tipo poro, de 2-4  $\mu\text{m}$  de diámetro. Exina de 1-1,5  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina más gruesa que la nexina, aunque esta se engruesa cerca de las aperturas para formar un anillo. Téctum completo; infratéctum columelado. Superficie granulada.

#### **20. *Arundo donax*.**

Polen 1-anaporado, heteropolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, circular, a veces elíptico; en visión polar, circular. Tamaño de pequeño a mediano;  $D = 16-47$   $\mu\text{m}$ . Aperturas simples de tipo poro, de 2-4  $\mu\text{m}$  de diámetro. Exina de 1-1,5  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina más gruesa que la nexina, aunque esta se engruesa cerca de las aperturas para formar un anillo. Téctum completo; infratéctum columelado. Superficie granulada.

#### **21. *Cortaderia selloana*.**

Polen 1-anaporado, heteropolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, circular, a veces elíptico; en visión polar, circular. Tamaño de pequeño a mediano;  $D = 16-47$   $\mu\text{m}$ . Aperturas simples de tipo poro, de 2-4  $\mu\text{m}$  de diámetro. Exina de 1-1,5  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina más gruesa que la nexina, aunque esta se engruesa cerca de las aperturas para formar un anillo. Téctum completo; infratéctum columelado. Superficie granulada.

#### **22. *Zea mays*.**

Polen monoanaporado. Heteropolar, radiosimétrico. Circular en visión polar; de circular a ligeramente elíptico u ovoide en visión ecuatorial. De esferoidal a prolado-esferoidal. Tamaño grande. Abertura simple, de tipo poro, circular, de 5-6  $\mu\text{m}$  de diámetro, provisto de opérculo y rodeado por un engrosamiento anular. Exina de 2-2,5  $\mu\text{m}$  de grosor, con la sexina más gruesa que la nexina. Téctum completo. Infratéctum columelado, a menudo con las columelas poco patentes. Superficie granulosa.

### **23. *Polygonum amphibium*.**

Polen pantoporado, apolar, con simetría radial; circular; adecuado. Tamaño mediano;  $D= 31-50 \mu\text{m}$ . Aperturas simples poradas de más de  $3 \mu\text{m}$  de diámetro. Exina de aproximadamente  $4,5 \mu\text{m}$  de grosor. Téctum parcial formando muros, ectexina baculada. Superficie reticulada, con lúmenes desiguales, columelados, y muros psilados.

### **24. *Potamogeton natans*.**

Polen inaperturado, apolar, con simetría radial; circular; adecuado. Tamaño pequeño o mediano;  $D= 18-28\mu\text{m}$ . Exina de alrededor de  $1\mu\text{m}$  de grosor, con sexina aproximadamente dos veces más gruesa que la nexina. Téctum parcial; infratéctum columelado. Superficie reticulada, con lúmenes de  $1-4\mu\text{m}$  y de forma irregular, y muros estrechos.

### **25. *Potamogeton pectinatus*.**

Polen inaperturado, isopolar, con simetría bilateral; en visión ecuatorial, elíptico; en visión polar, elíptico; transverso o semitransverso, con  $P/E_1 = 0.62-0.82$  ( $x=0.7 \pm 0.09$ ). Tamaño mediano;  $P= 20-30$  ( $x=26.81 \pm 1.89$ )  $\mu\text{m}$ ;  $E_1= 32-45$  ( $x=37.41 \pm 2.83$ )  $\mu\text{m}$ ;  $E_2= P$ . Exina de alrededor de  $1 \mu\text{m}$  de grosor, con sexina aproximadamente dos veces más gruesa que a nexina. Téctum parcial; infratéctum finamente columelado. Superficie reticulada y de forma irregular, y muros muy estrechos.

### **26. *Potamogeton perfoliatus*.**

Polen inaperturado, apolar, con simetría radial; circular; adecuado. Tamaño pequeño o mediano;  $D= 18-28\mu\text{m}$ . Exina de alrededor de  $1\mu\text{m}$  de grosor, con sexina aproximadamente dos veces más gruesa que la nexina. Téctum parcial; infratéctum columelado. Superficie reticulada, con lúmenes de  $1-4\mu\text{m}$  y de forma irregular, y muros estrechos.

### **27. *Potamogeton pusillus*.**

Polen inaperturado, apolar, con simetría radial; circular; adecuado. Tamaño pequeño o mediano;  $D= 18-28\mu\text{m}$ . Exina de alrededor de  $1\mu\text{m}$  de grosor, con sexina aproximadamente dos veces más gruesa que la nexina. Téctum parcial; infratéctum columelado. Superficie reticulada, con lúmenes de  $1-4 \mu\text{m}$  y de forma irregular, y muros estrechos.

### **28. *Potamogeton trichoides.***

Polen inaperturado, apolar, con simetría radial; circular; adecuado. Tamaño pequeño o mediano;  $D = 18-28\mu\text{m}$ . Exina de alrededor de  $1\mu\text{m}$  de grosor, con sexina aproximadamente dos veces más gruesa que la nexina. Téctum parcial; infratéctum columelado. Superficie reticulada, con lúmenes de  $1-4\mu\text{m}$  y de forma irregular, y muros estrechos.

### **29. *Ranunculus peltatus.***

Polen 3-zonocolpado, isopolar, con simetría radial; en visión ecuatorial, de circular a elíptico; en visión polar, circular; de semitransverso a semierecto. Tamaño de pequeño a mediano;  $P = 19-31\mu\text{m}$ ;  $E = 19-31\mu\text{m}$ . Aperturas simples de tipo colpo, terminales. Exina de  $1-3\mu\text{m}$  de grosor con sexina más gruesa que la nexina. Téctum completo; infratéctum con columelas cortas y gruesas. Superficie psilado-perforada.

### **30. *Ranunculus repens***

Polen 12-pantocolpado ( $4 \times 4 \times 4$ ) y 15-pantocolpado ( $5 \times 5 \times 5$ ), rara vez 6-pantocolpado ( $3 \times 3 \times 3$ ), apolar cuando es 12 y 15-pantocolpado y heteropolar cuando es 6-pantocolpado; simetría radial; adecuado. Tamaño mediado,  $D = 27 - 46\mu\text{m}$ . Aperturas simples de tipo colpo, de  $13 - 16\mu\text{m}$ ; membrana apertural con espínulas que tienden a agruparse. Exina de  $2 - 4\mu\text{m}$  de grosor, con sexina hasta dos veces más gruesa que la nexina. Téctum completo, infratéctum con columelas gruesas y cortas. Superficie perforada, con elementos suprategmiales de tipo gránulo y espínula agrupados para producir una superficie ondulada.

### **31. *Ruppia maritima.***

Polen inaperturado o con áreas aperturales difusas en los extremos y parte convexa del polen, heteropolar, con simetría bilateral; en visión ecuatorial, arqueado, en visión polar, elíptico; pertransverso. Exina de alrededor de  $1\mu\text{m}$  de grosor, donde no se aprecia bien la sexina y la nexina. Téctum parcial; infratéctum columelado. Superficie reticulada, con lúmenes de  $3-5\mu\text{m}$ , de forma irregular, y muros estrechos.

### **32. *Solanum dulcamara.***

Polen 3-zonocolporado, a veces 6-pantocolporado ( $1 \times 4 \times 1$ ), 8-pantocolporado ( $4 \times 4$ ), 9-pantocolporado ( $4 \times 4 \times 1$ ) ó 2-sincolporado, en general isopolar, con simetría radial; en ecuatorial, circular-elíptico; en visión polar, circular-subtriangular; de semitransverso a semierecto, con  $P/E = 0,83 - 1,27$  ( $X = 0,98 \pm 0,006$ ). Tamaño pequeño:  $p-e = 11 - 16$  ( $x = 12,77 \pm 0,95$ )  $\mu\text{m}$ . Ectoaperturas de tipo colpo,

terminales; constreñidas en el ecuador y con extremos agudos; endoaperturas de tipo poro, alargadas, de  $0,5 - 1,5 \times 2 - 6 \mu\text{m}$ , de contorno difícilmente distinguible; membrana apertural granulada. Exina de c.  $0,5 \mu\text{m}$  de grosor en la mesocolpia en la que no se distingue la sexina de la nexina; vestíbulo muy pequeño o ausente. Téctum completo; infratéctum sin columelas apreciables. Superficie granulada.

### **33. *Sparganium erectum*.**

Polen 1-anaporado, heteropolar, con simetría radial, en visión ecuatorial, circular o ligeramente elíptico; en visión polar, circular; adecuado. Tamaño pequeño o ligeramente mediano;  $D = 20 - 27$  ( $X = 22,60 \pm 1,56$ )  $\mu\text{m}$ . Aperturas simples de tipo poro, circulares, de c.  $2,5 \mu\text{m}$  de diámetro; membrana apertural granulada. Exina de c.  $2 \mu\text{m}$  de grosor, con sexina aproximadamente tan gruesa como la nexina. Téctum casi completo; infratéctum columelado. Superficie perforada, con lúmenes irregulares de hasta  $1,5 \mu\text{m}$  de anchura y muros bastantes más gruesos.

### **34. *Typha latifolia*.**

Polen en tétradas. Con la exina perforada-reticulada. Muros largos y delgados ( $2,0-3,0 \times 0,3-1 \mu\text{m}$ ). Lumen grueso próximo a  $0,6 \mu\text{m}$ .

## 10. ANEXO II. Fotografías de los tipos polínicos de plantas acuáticas vasculares por microscopía óptica

### 1. *Alisma plantago-aquatica* L.



### 2. *Apium nodiflorum* (L.) Lag.



3. *Oenanthe crocata* L.



4. *Oenante lachenalii* C.C. Gmel.



5. *Cardamine pratensis* L.





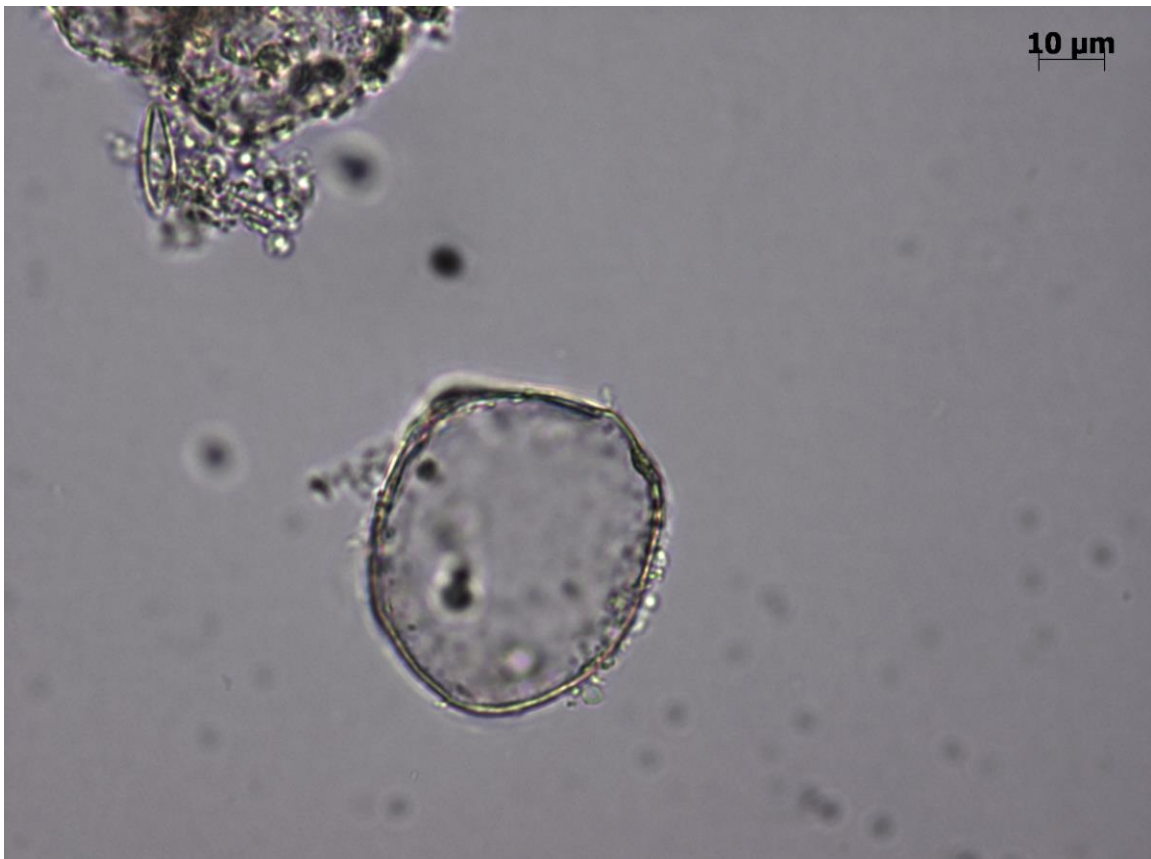
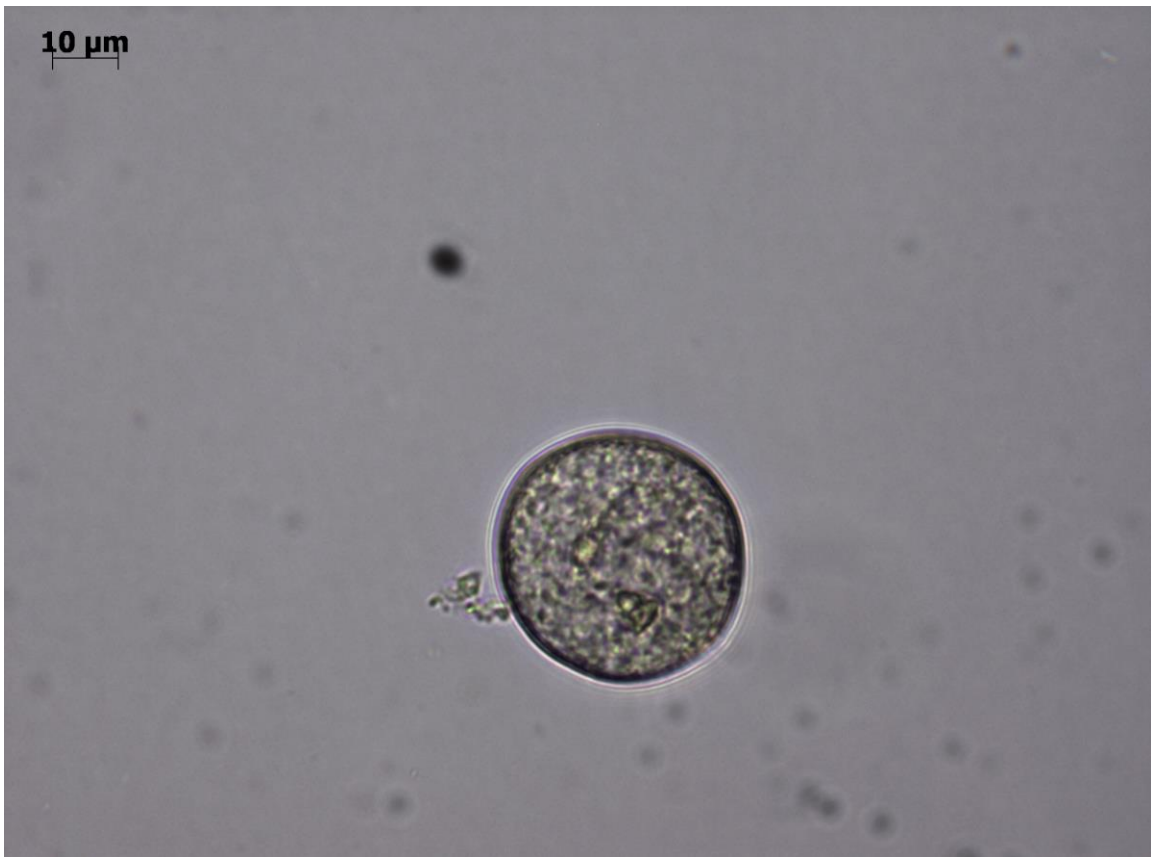
6. *Callitriche stagnalis* Scop.



7. *Lychnis flos cuculi* L.



8. *Ceratophyllum demersum* L.



9. *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla in W.D.J. Koch



9. *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla in W.D.J. Koch (continuación)



10. *Carex pendula* Huds.



11. *Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult



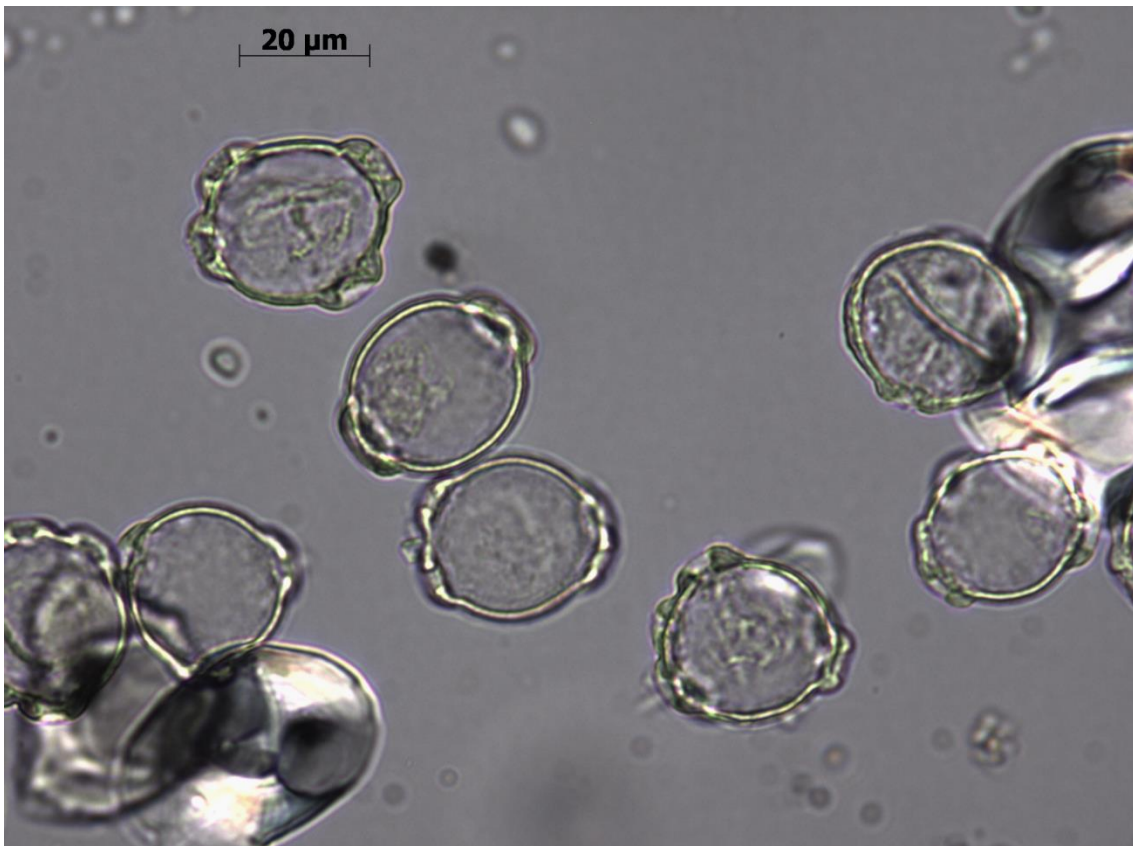
12. *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla



13. *Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják



14. *Myriophyllum alterniflorum* DC. in Lam. & DC.





15. *Limniris pseudacorus* (L.) Fuss



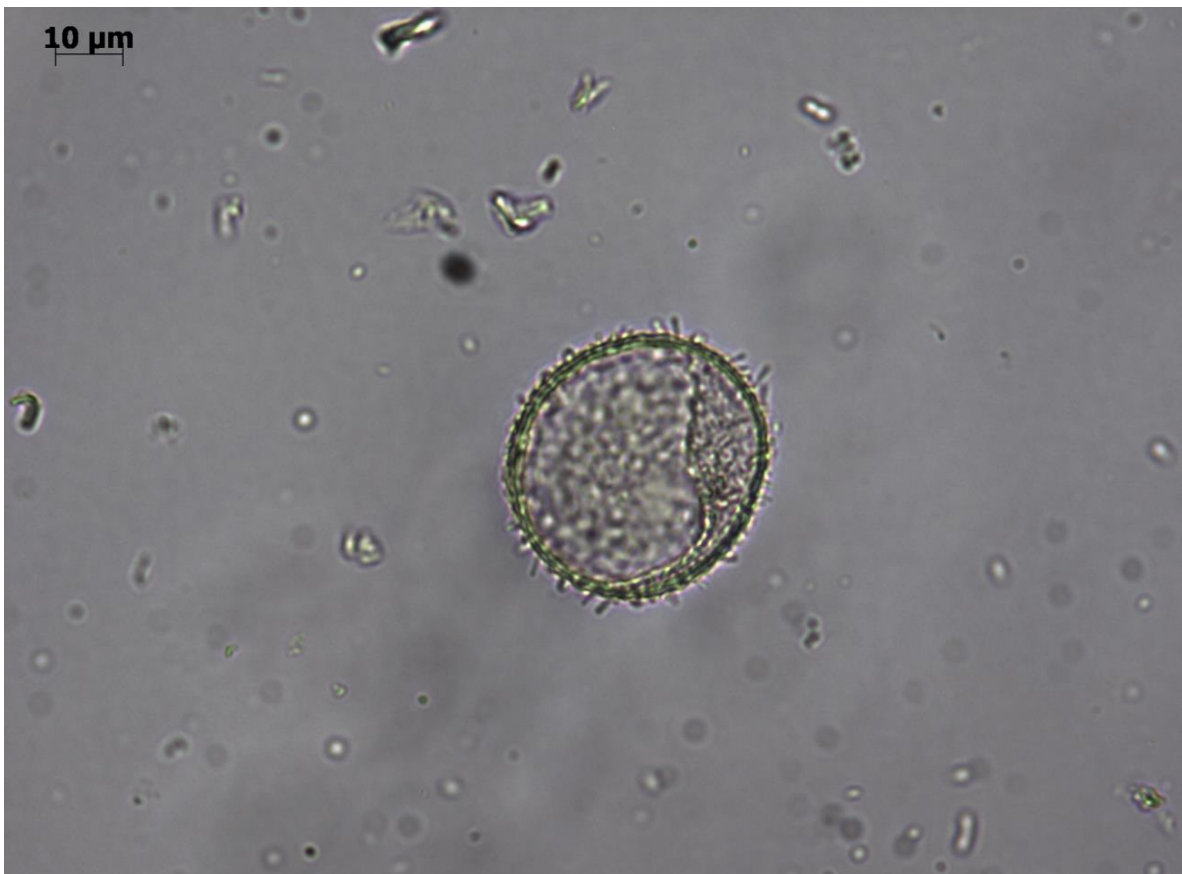
16. *Lythrum salicaria* L.



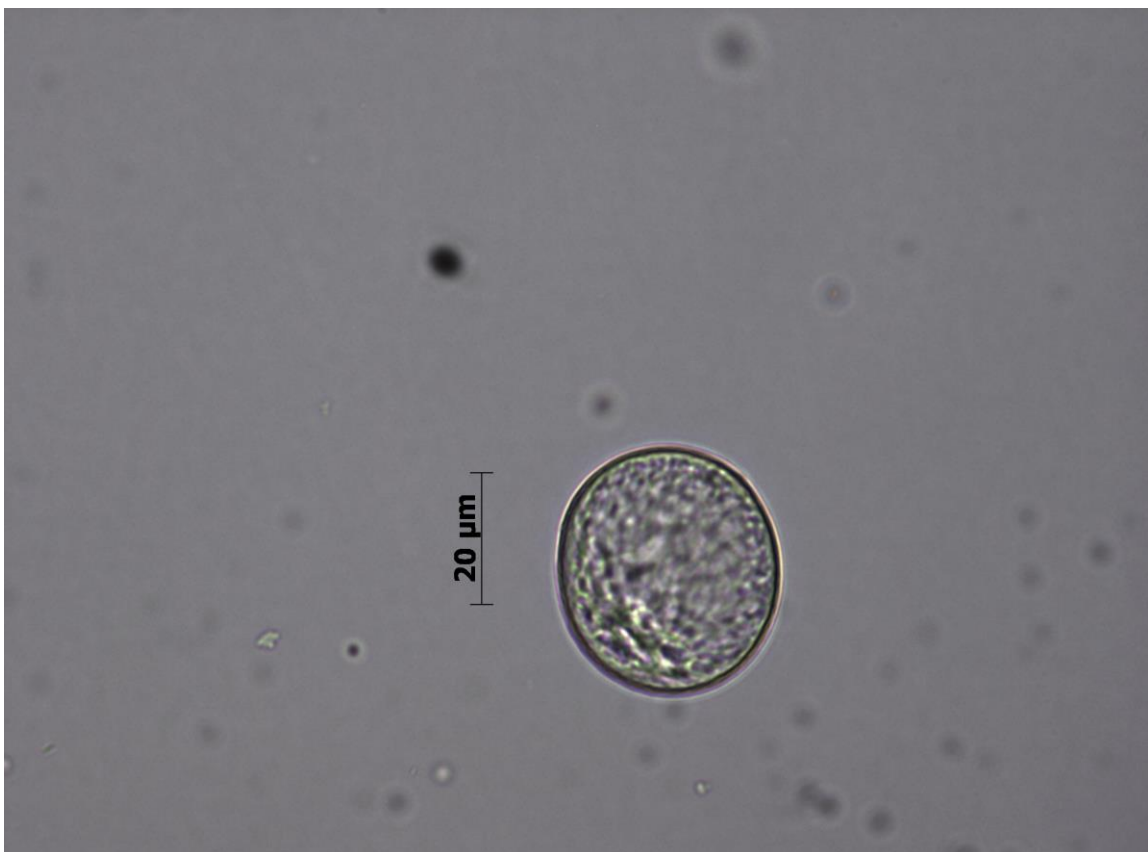
17. *Menyanthes trifoliata* L.



18. *Nymphaea alba* L.



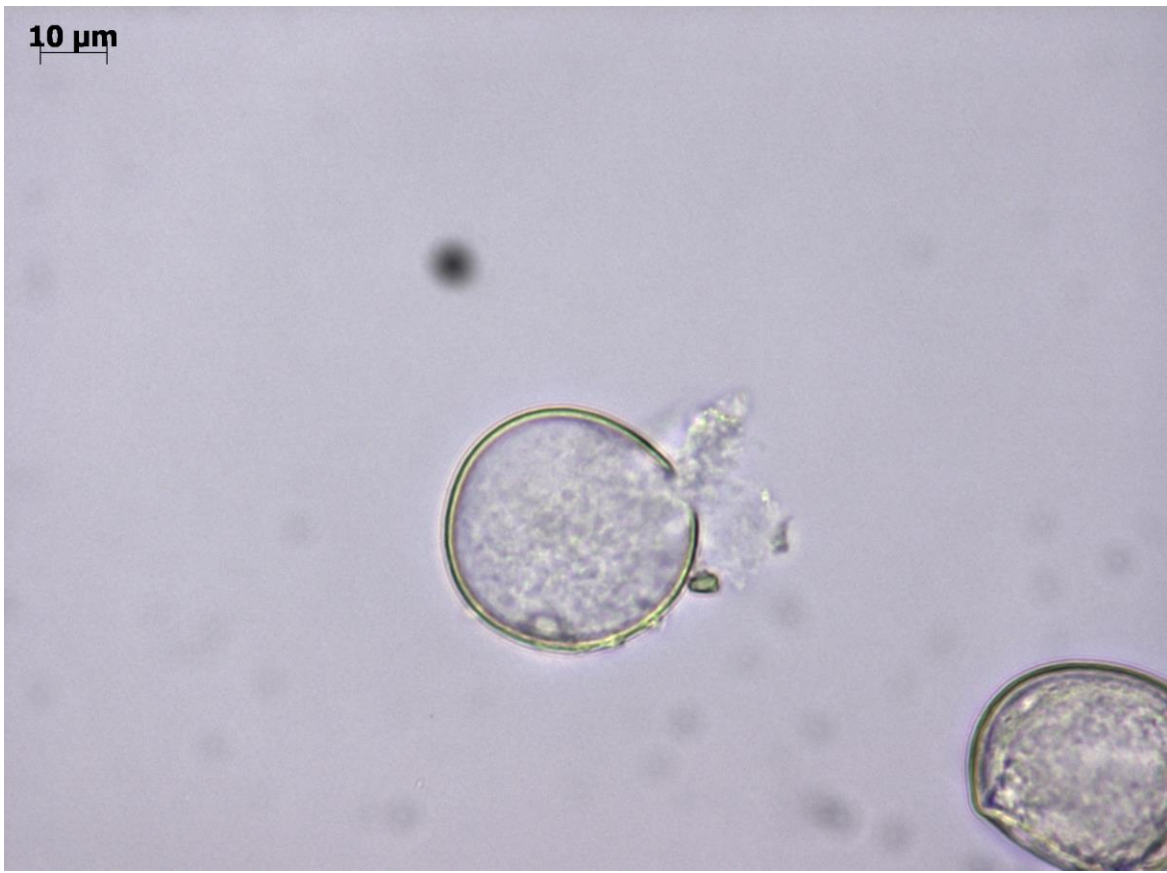
19. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex. Steud



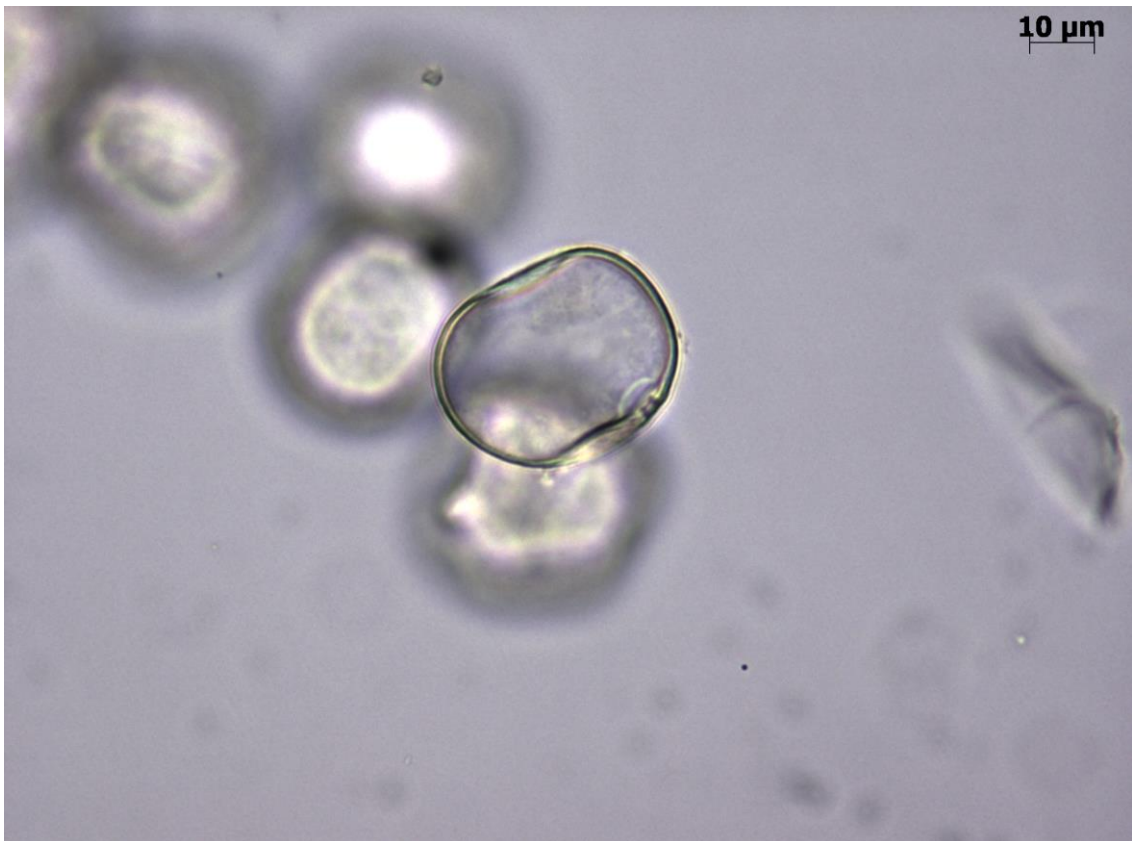
20. *Arundo donax* L.



21. *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn.



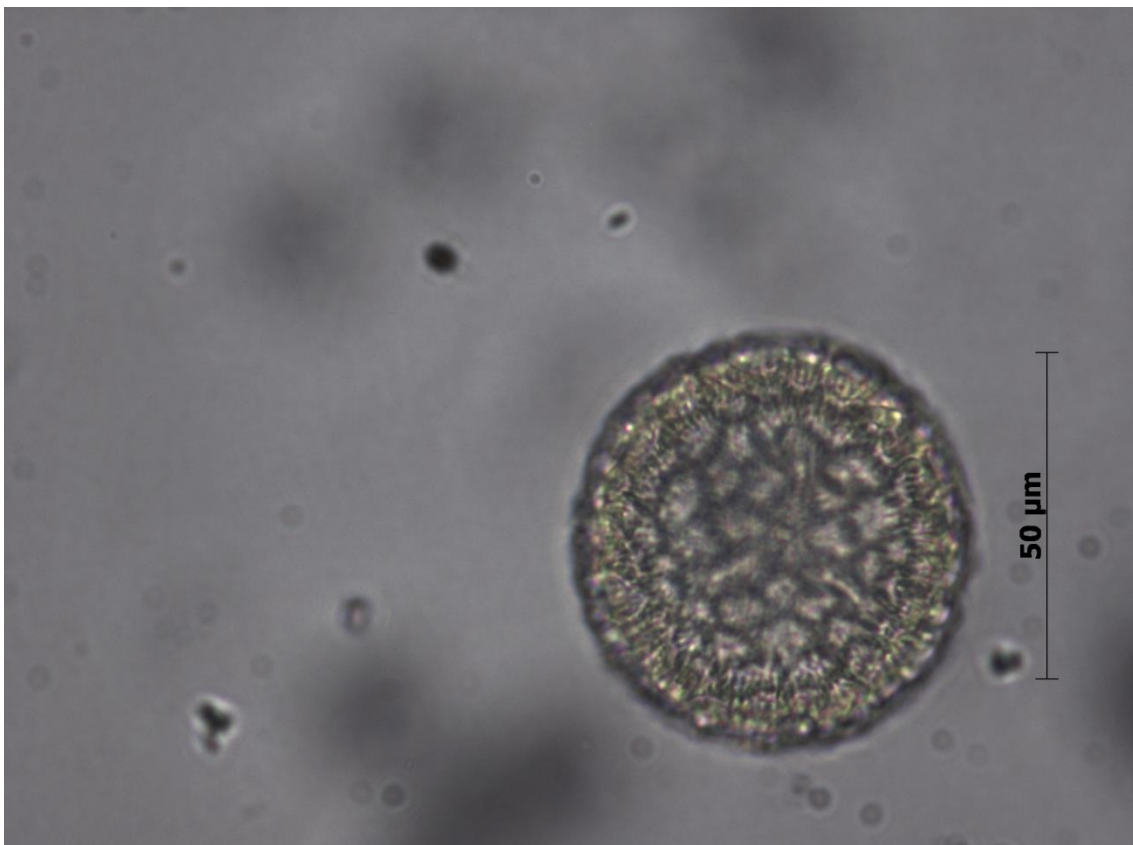
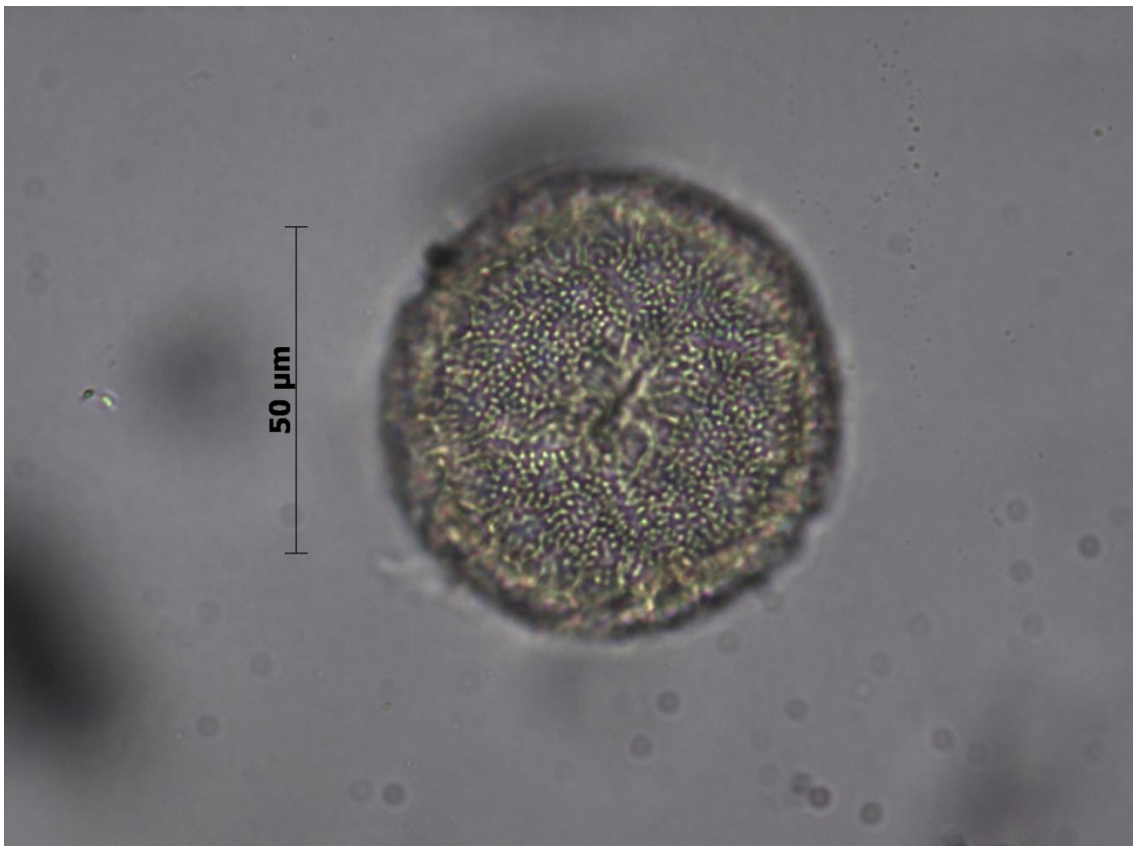
21. *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn. (continuación)



22. *Zea mays* L.

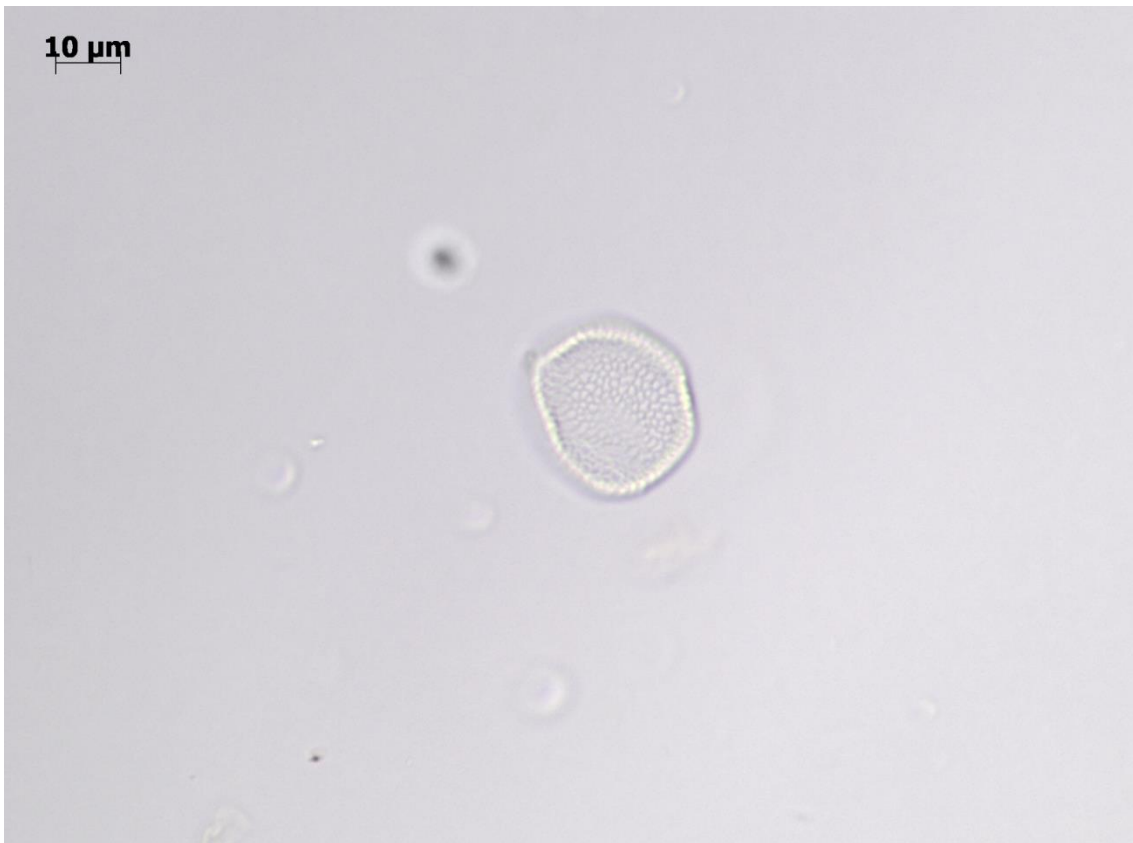


23. *Polygonum amphibium* L.

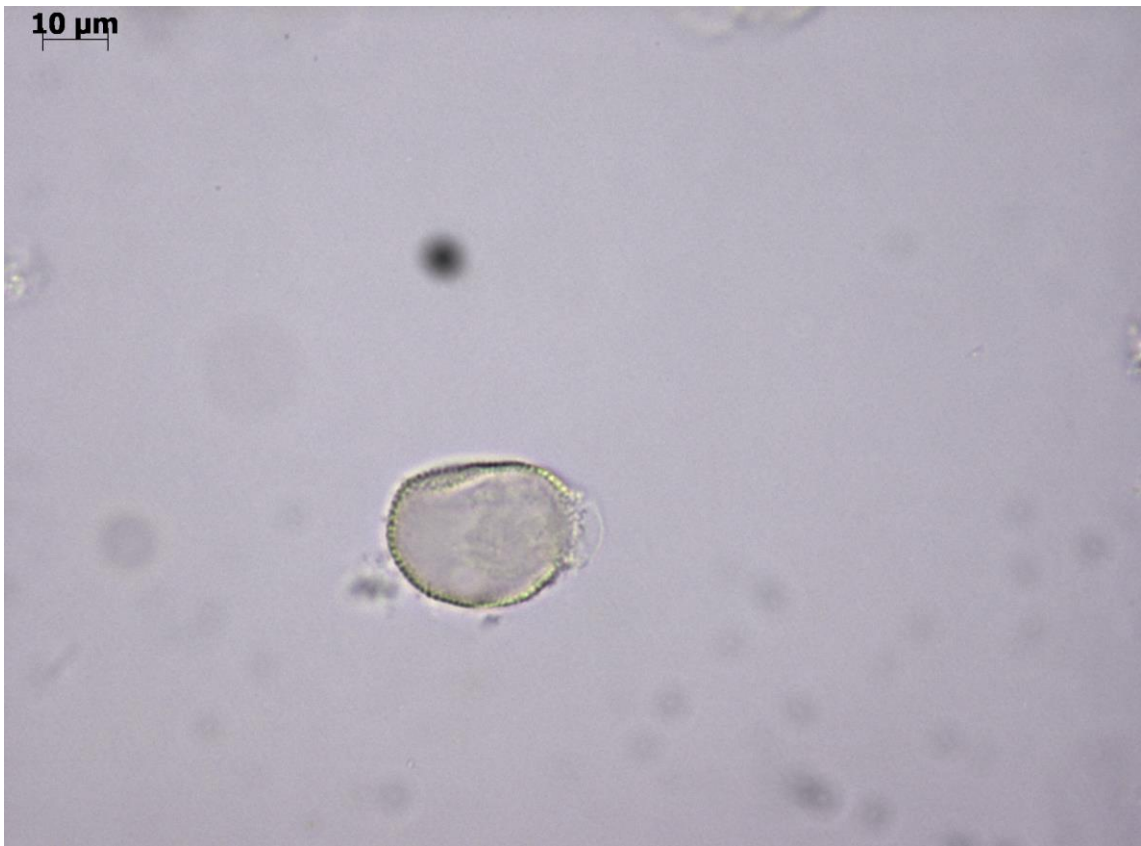




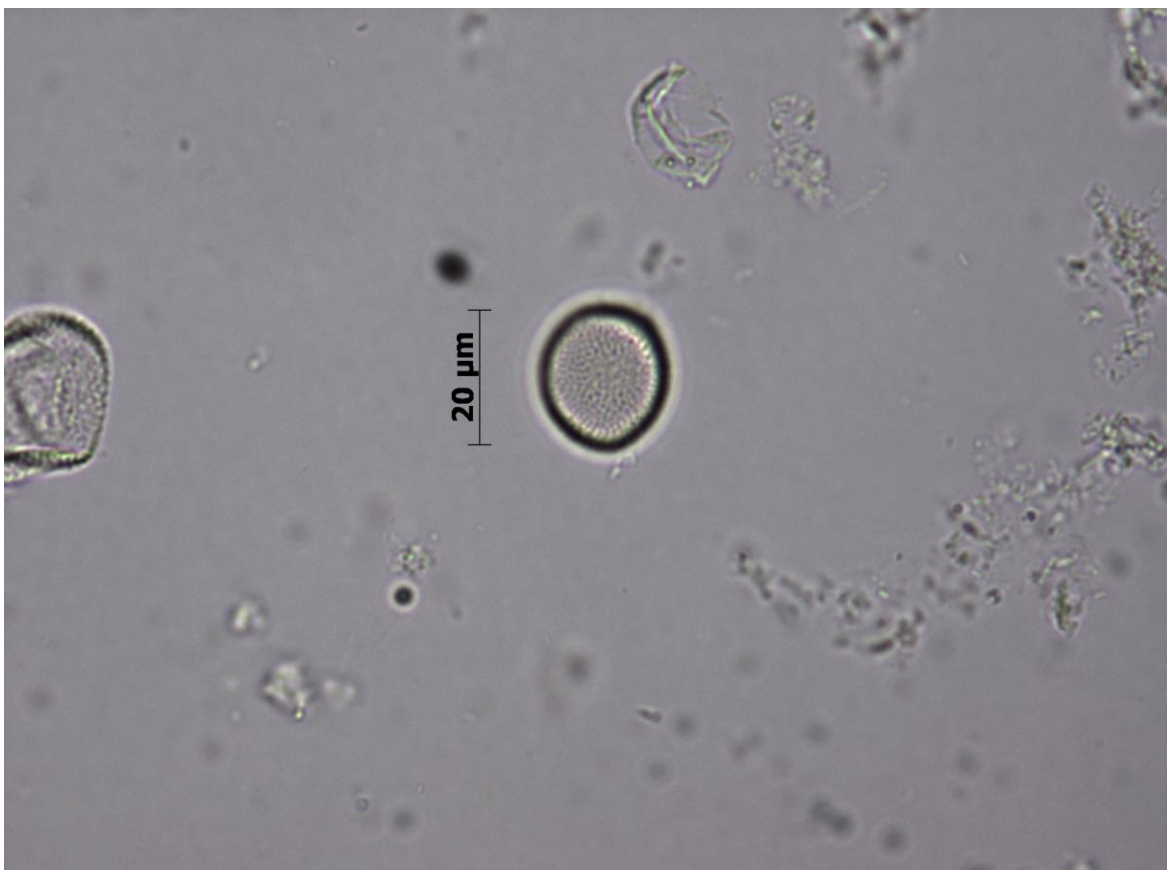
24. *Potamogeton natans* L.



25. *Potamogeton pectinatus* L.



26. *Potamogeton perfoliatus* L.



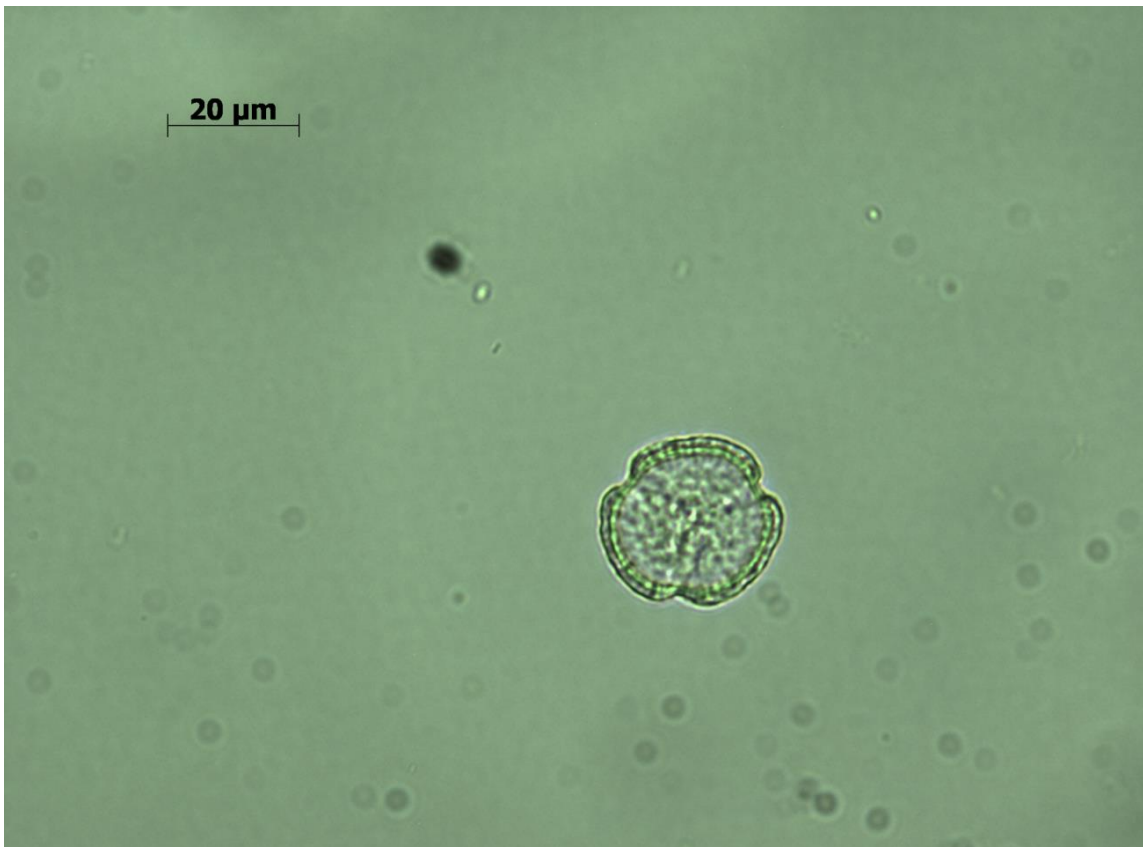
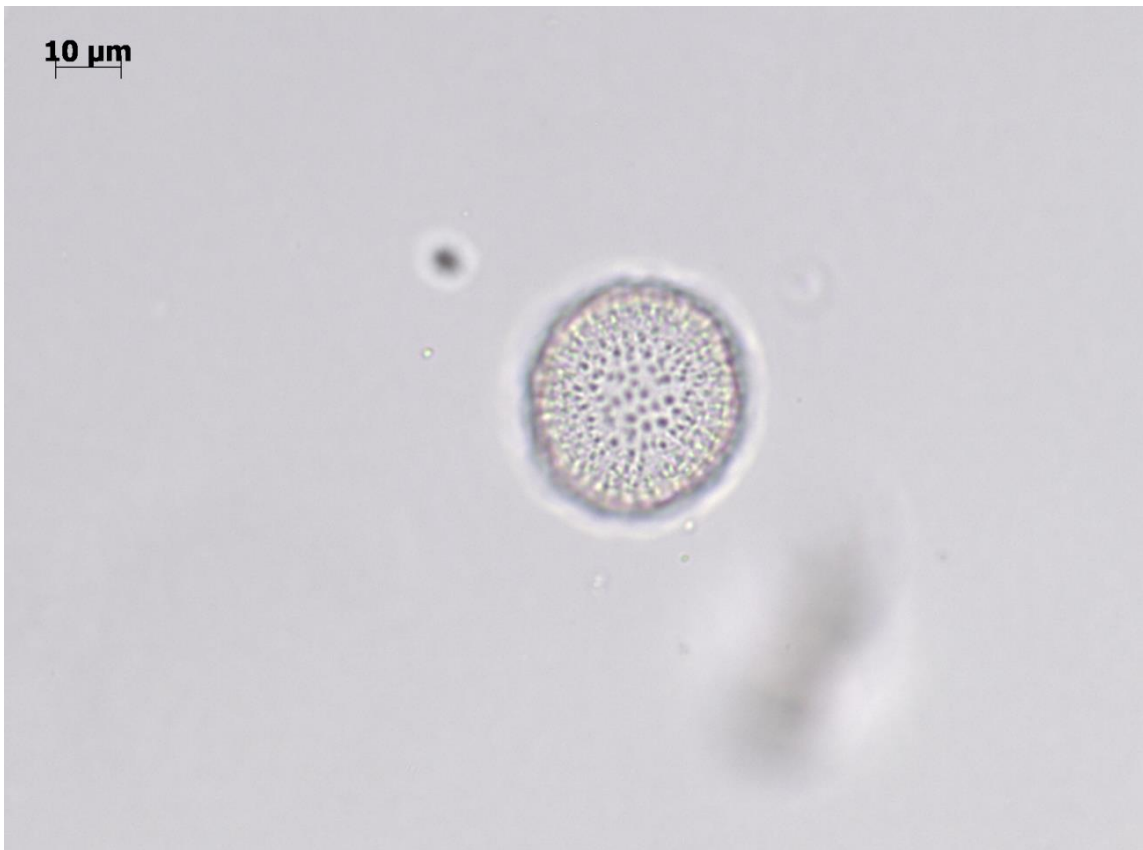
27. *Potamogeton pusillus* L.



28. *Potamogeton trichoides* Cham. & Schldl.



29. *Ranunculus peltatus* Schrank



30. *Ranunculus repens* L.



31. *Ruppia marítima* L.





31. *Ruppia marítima* L. (continuación)



32. *Solanum dulcamara* L.



33. *Sparganium erectum* L.



33. *Sparganium erectum* L. (continuación)



34. *Typha latifolia* L.



34. *Typha latifolia* L. (continuación)

