

DIVERSIDAD Y POTENCIALIDAD BIOINDICADORA DE LAS ALGAS DE LA PROVINCIA DE ALBACETE

Por:

M^a Victoria GÓMEZ MOLERO ^{(1)(*)}

Pedro M. SÁNCHEZ CASTILLO ⁽¹⁾

Recibido: 28 de mayo de 2015

Aprobado: 16 de agosto de 2017

⁽¹⁾Laboratorio de Ficología. Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias. Campus de Fuentenueva. Universidad De Granada. 18071 Granada. España.

(*) Contacto: gomezmoleromvictoria@gmail.com

RESUMEN

En esta comunicación se presentan nuevos datos sobre la biodiversidad ficológica de la comunidad de Castilla La – Mancha, donde tradicionalmente las especies algales han sido poco estudiadas. Su conocimiento es especialmente relevante en las cabeceras de los ríos al ser consideradas por la Directiva Marco del Agua zonas de referencia para la conservación de ambientes prístinos. Con este proyecto se ha profundizado en el estudio de las algas de agua dulce de la provincia de Albacete, citándose 2 nuevos géneros y 15 nuevas especies para la flora provincial. *Bangia atropurpurea* e *Hildenbrandia rivularis* destacan por ser las citas más meridionales de la Península Ibérica que se tiene constancia, por su parte *Thorea hispida* destaca debido a su distribución preferentemente tropical. También se ha procedido a realizar un análisis del total de especies conocidas hasta la fecha, centrándonos en las dos cuencas principales de la provincia (cuena del Segura y del Júcar) donde se aprecian diferencias notables. La cuena del Segura, la más estudiada y la que goza de aguas de mejor calidad, como indica la presencia de especies tales como *Nostoc fuscescens*, *Nostoc sphaericum*, *Microcoleus vaginatus*, *Microcoleus subtorulosus*, *Rivularia dura* y *Phormidium inundatum* entre otras. La cuena del Júcar, en general, presenta una inferior calidad, aunque destaca positivamente el buen estado de los ríos de la zona sur donde se ha encontrado *Microcoleus vaginatus*, *Sheathia boryana* y *Microspora aequabilis* var. *minor*.

Palabras clave: algas, agua dulce, especies bioindicadoras, Albacete, España.

ABSTRACT

This paper presents new data on the algal biodiversity of the community of Castilla La - Mancha, where algal species have been traditionally poorly studied. Their knowledge is especially relevant in the headwaters of rivers as they are considered by the Water Framework Directive references areas for the conservation of pristine environments. This project has been focused on the study of freshwater algae in the province of Albacete, data are provided from 2 genera and 15 species hitherto not cited for the provincial flora. *Bangia atropurpurea* and *Hildenbrandia rivularis* stand out for being the most southern cites of the Iberian Peninsula, on the other hand *Thorea hispida* stands out due to its preferably tropical distribution. An analysis has also been

made of the total number of known species of the province to date, focusing on the two main basins of the province (Segura and Júcar basin) where there are notable differences. The Segura basin is the most studied and the one with the best water quality as indicated by the presence of species such as *Nostoc fuscescens*, *Nostoc sphaericum*, *Microcoleus vaginatus*, *Microcoleus subtorulosus*, *Rivularia dura* and *Phormidium inundatum*, among others. The Júcar basin in general presents a lower quality, although the good condition of the rivers of the south zone where *Microcoleus vaginatus*, *Sheathia boryana* and *Microspora aequabilis* var. *minor* have been found to be of a positive note.

Key words: algae, freshwater, bioindicator species, Albacete, Spain.

0. INTRODUCCIÓN

Las algas filamentosas, se caracterizan por compaginar la sujeción con la explotación del medio a cierta distancia del sustrato (Margalef, 1983). Al no estar ligados al sedimento por carecer de elementos radicales, el carácter bioindicador de estos organismos está claramente relacionado con el agua que fluye y no con el sedimento acumulado, por lo que probablemente sean los elementos más adecuados para evaluar la calidad de las masas de agua.

Aunque el conjunto de las algas macroscópicas se engloban en el término de talófitos, la diversa estructura de sus talos hace que generen y participen en comunidades diversas. Las que se pueden considerar más complejas son las de carófitos, generalmente adnados mediante rizoides a sustratos blandos, constituyendo el rizomenon, recientemente revisadas en la Península Ibérica (Cirujano y cols., 2007). Aquellas otras especies macrofíticas que generan masas flotantes, de talos generalmente sencillos, constituyen el plocon, su conocimiento es más fragmentario y recientemente se ha iniciado su revisión a nivel ibérico (Sánchez Castillo y cols., 2009; Chapuis y cols., 2014).

Desde el punto de vista funcional las algas que forman talos macroscópicos pueden considerarse como macrófitos acuáticos y como tales, presentan muchos de los criterios que se utilizan para definir un organismo “ideal” para la biomonitorización del agua (Ruiz y cols., 2011), ya que son sensibles a los cambios de calidad fisicoquímica del agua. Hoy día la catalogación de los diferentes grupos es uno de los principales objetivos, generándose proyectos y obras que abordan el estudio taxonómico de los diferentes grupos, tales como: Flora Ibérica de Algas Continentales iniciado en el año 2003, (Sánchez Castillo y cols., 2009), Plantas acuáticas de lagunas y humedales de Castilla-La Mancha (Cirujano y cols., 2002) y Flora acuática española, hidrófitos vasculares (Cirujano y cols., 2014). Estas obras son básicas para una adecuada

aplicación de la Directiva Marco del Agua (Parlamento Europeo de la Unión Europea, 2000), ya que facilitan la identificación de sus especies, necesarias para evaluar el estado ecológico de las aguas. Los macrófitos no son sólo una fuente de carbono orgánico y de oxígeno para los ecosistemas acuáticos, sino los mayores responsables de la estructura litoral de las aguas superficiales (Janauer, 2002).

A nivel Europeo los macrófitos acuáticos se vienen utilizando desde hace décadas para evaluar la calidad del agua (Moreno y cols., 2006). Existen dos tipos principales de evaluación basadas en el uso de las comunidades de macrófitos: índices de diversidad (englobando diferentes variables) e índices basados en el estado trófico de las aguas. Algunos de los índices de macrófitos más conocidos que utilizan indicadores algales en diferentes países europeos son: el Índice de Vegetación Acuática Macroscópica (IVAM) utilizado en España, concretamente en Castilla La - Mancha y Cataluña (Moreno y cols., 2006; Moreno y cols., 2008); el Índice de Macrófitos (IM) utilizado en España, en la cuenca del Segura (Suárez y cols., 2005); Trophic index of macrophytes (TIM) en Alemania, utilizando únicamente Characeas (Schneider y Melzer, 2003); Mean Trophic Rank (MTR) en Reino Unido y Polonia (Holmes y cols., 1999) y el Índice general de la eutrofización/contaminación de la estación (E/P-I) utilizado en Cataluña e Italia (Dell'Uomo, 1991), entre otros.

La aplicación de estos índices demandan un conocimiento taxonómico importante puesto que requieren la identificación de taxones a nivel de género y/o especie, lo que hace que muchas veces sea difícil su utilización directamente en el campo por gestores o personal que no tenga suficientes conocimientos botánicos (Moreno y cols., 2006). Por eso es necesaria la publicación de trabajos locales donde se recopile y actualice la información filológica de una determinada zona, como el que presentamos.

España tiene una gran variedad de ecosistemas de agua dulce y algunos de sus cuerpos de agua presentan especies valiosas, raras y/o en peligro (Ruiz y cols., 2011). El estudio de estos organismos en la comunidad de Castilla La-Mancha merece un esfuerzo especial ya que forma parte del conjunto de comunidades de la Península Ibérica que tradicionalmente han sido menos estudiadas. Especial interés merecen ambientes como las cabeceras de los ríos, con un elevado riesgo de transformación y de gran importancia al ser consideradas por la Directiva Marco del Agua (2000) comunidades o zonas de referencia. En ellas se impone la conservación de ambientes prístinos e impolutos (conservación del bosque de ribera, naturalidad del cauce fluvial, ausencia de embalses, hábitat del lecho adecuado y valores inalterados de los parámetros físico-químicos) que son empleados para evaluar la calidad biológica de los

- i. Cuencas occidentales, en las que se abordaron los enclaves de las cuencas del Segura (Oeste), Guadiana y Guadalquivir. Muestreo realizado en mayo del 2013.
- ii. Cuencas orientales, en las que se abordó el estudio de las estaciones incluidas en las cuencas del Júcar y Segura (Este). Muestreo realizado en mayo del 2014.

En cada localidad se tomaron datos de pH, temperatura del agua y conductividad eléctrica con una sonda portátil PCTestr 35. Los datos obtenidos se pueden observar en la tabla 1.

Para su muestreo se siguieron los protocolos estandarizados hasta el momento, tanto a nivel taxonómico como ecológico (Moreno y cols., 2006, Sánchez Castillo y cols., 2009). Al tratarse de un grupo enormemente heterogéneo, el material se muestreó y se conservó de diferente forma:

Microalgas: Se obtuvieron mediante raspados de substrato duro (epifiton), de tallos (epifiton) o por succión si se encuentran en sedimento (epipelon). Se conservaron medio en líquido.

Macroalgas: Como en el caso de las algas filamentosas (plocon), se recolectaron directamente mediante raspado o pinzas. Se conservaron en pliego y/o líquido dependiendo de su naturaleza.

Las muestras se guardaron debidamente etiquetadas (localidad y fecha de recolección) y la fijación del material se realizó con una solución fijadora (Sass, 1964) con las siguientes proporciones: formaldehído (9.5%), ácido acético glacial (6%), glicerina (39%) y agua (45%). Para la fijación de las muestras se utilizó 1/3 de fijador y 2/3 de muestra. Para las que se consideró oportuno su estudio molecular procedimos a guardar una porción de la muestra en silica-gel para deshidratarla.

Para conservar las muestras algales, una vez en el laboratorio, procedimos a transferirlas a tubos de ensayo que fueron sellados y debidamente etiquetados una vez que realizamos la preparación semipermanente (glicero-gelatina). Las muestras se incluyeron y registraron en la colección "GDA - Algae" del Herbario de la Universidad de Granada, donde se conservan bajo la numeración de 7749 a 7814 (2013) y de 8442 a 8457 (2014). Para su estudio se utilizó un microscopio Zeiss modelo Axiovert 35.

Las fuentes bibliográficas consultadas para la identificación fueron; entre las claves generales: Burrell (1966), Starmach y Sieminska (1972), Ettl y cols. (1978), Wehr y Sheath (2003), John y cols. (2011). Entre las específicas: Transeau (1951), Kadlubowska (1984), Mrozinska (1985), Ettl y Gärtner (1988), Kumano (2002), Komárek y Anagnostidis (2005), Cirujano y cols.

(2007), Eloranta y cols. (2011). Para la propuesta de conservación nos basamos en el trabajo de Moreno y cols. (2006).

| Localidades estudiadas en el trabajo actual | | | | | | |
|--|---|---------------------|-----------|-----------|-------------------|--|
| | Localidad | UTM | °C | pH | Conductiv. | |
| <i>Fuentes y surgencias</i> | | | | | | |
| 1 | Manantial Río Arteaga. Finca Puenteillas | 30 S 564345 4280050 | 13,8 | 8,1 | 500 µS/cm | |
| 2 | Manantial Río Tus | 30 S 550876 4247058 | 24,5 | 7,9 | 2000 µS/cm | |
| <i>Balsas y canales de riego</i> | | | | | | |
| 3 | Acequia junto carril Baños de la Concepción. Villatoya. | 30 S 643257 4354515 | 27,3 | 8,3 | 1750 µS/cm | |
| 4 | Pantaniello del Boquerón, cruce CM3213. Hellín | 30 S 608664 4263857 | 23 | 8 | 1622 µS/cm | |
| <i>Cursos permanentes de agua dulce</i> | | | | | | |
| 5 | Río Montemayor (posible Río Bogarra) | 30 S 564159 4273443 | 17 | 7,9 | 608 µS/cm | |
| 6 | Río Montemayor (posible Río Bogarra) | 30 S 564159 4273440 | 17 | 7,9 | 608 µS/cm | |
| 7 | Río Arteaga o Puenteillas. Finca Puenteillas | 30 S 564327 4280067 | 13,8 | 8,1 | 500 µS/cm | |
| 8 | Río Arquillo | 30 S 555499 4289730 | 15 | 8,2 | 498 µS/cm | |
| 9 | Río Tus | 30 S 550876 4247058 | 14,5 | 8,8 | 398 µS/cm | |
| 10 | Río Cabriel, Los Cárcelos | 30 S 629109 4363946 | 14,4 | 8,4 | 1412 µS/cm | |
| 11 | Río Júcar a su paso por Alcozarejos | 30 S 620316 4335613 | 19 | 8,4 | 1140 µS/cm | |
| 12 | Río Mundo, puente romano de Isso | 30 S 605287 4258102 | 18,9 | 8,6 | 1054 µS/cm | |
| 13 | Puente cruce con Río Cabriel, Tabaqueros | 30 S 633429 4358560 | 14,4 | 8,8 | 1406 µS/cm | |
| <i>Lagunas</i> | | | | | | |
| 14 | Ojos de Villaverde (frente al final del camino general) | 30 S 554675 4295389 | 16,5 | 8,05 | 580 µS/cm | |
| 15 | Laguna del Arquillo | 30 S 555499 4289730 | 15 | 8,5 | 503 µS/cm | |
| 16 | Laguna del Arquillo (500m aguas abajo) | 30 S 555499 4289730 | 15 | 8,5 | 503 µS/cm | |
| 17 | Laguna de Pétrola | 30 S 625196 4299823 | 17,5 | 7,7 | 15400 µS/cm | |
| 18 | Laguna anterior a Pétrola | 30 S 621588 4298908 | 17 | 8,3 | 2900 µS/cm | |

Tabla 1. Localidades a estudio y sus correspondientes datos UTM, temperatura, pH y conductividad eléctrica.

2. RESULTADOS

Como resultado de la identificación del material recolectado se han catalogado un total de 36 especies. A continuación se presenta el listado taxonómico siguiendo la ordenación propuesta por John y cols. (2011).

Filo Cyanobacteria, clase Cyanophyceae, orden Oscillatoriales.
Familia Microcoleaceae

El **género *Microcoleus*** se caracteriza por constituir filamentos con varios tricomas englobados en una vaina colectiva, generalmente abierta en su extremo apical. Sus especies suelen aparecer en ambientes acuáticos o suelos húmedos, formando películas con distinto grado de consistencia. Se han encontrado dos especies:

Microcoleus subtorulosus [Brébisson in Kützing 1845-49 emend. Gomont 1890] ex Gomont 1892

Células más cortas que anchas, siendo la apical cónica o cónica-redondeada. Tricomas largos, solitarios, estrangulados en las paredes transversales, con una anchura de 5,2 – 6,7 μm , (\bar{x} = 5,8 μm), de color verde azulado intenso, rodeados por una vaina incolora que los envuelve formando penachos. Aspecto macroscópico formando tapetes. (Lam. 1A).

Ecología: Filamentos bentónicos a modo de mechones. Crecimiento junto con otras algas.

Localidad: 4

Microcoleus vaginatus [Vaucher 1803] ex Gomont 1892

Células más cortas que anchas, siendo la apical aguda o con presencia de caliptra. Tricomas largos, solitarios, no constreñidos en las paredes transversales, con una anchura de 4,5 – 6,2 μm , (\bar{x} = 5,3 μm), de color verde azulado intenso, rodeados por una vaina incolora que los envuelve formando penachos. Aspecto macroscópico a modo de tapete.

Ecología: Filamentos bentónicos a modo de mechones. Crecimiento junto con otras algas.

Localidad: 7, 8 y 9

Familia Oscillatoriaceae

El **género *Oscillatoria*** desarrolla tricomas desnudos, sin vaina, y células discoidales. Sus especies son fundamentalmente acuáticas apareciendo en todo tipo de aguas, a veces constituyen formaciones macroscópicas en el fondo o la superficie de aguas remansadas. Se ha encontrado una especie:

Oscillatoria ramphoidea Anagnostidis 2001

Células cortas, la apical es atenuada, sin caliptra y en ocasiones curvada a modo de gancho marcadamente retorcido. Tricoma recto, con una anchura

de 4.8 – 7,1 μm , (\bar{x} = 6,2 μm), de color verde azulado, no claramente constreñido en las paredes transversales. Formación de biofilms. (Lam. 1B).

Ecología: Filamentos bentónicos. Crecimiento junto con otras algas.

Localidad: 17

El género *Plectonema* presenta células cortas, desde discoidales hasta cuadradas, con vainas, a partir de las que se desarrollan las falsas ramificaciones sencillas, raramente geminadas. Sus especies forman agrupaciones, desde laxas hasta pulvinulares. Se ha encontrado una especie:

Plectonema tomasinianum [Bornet 1889] ex Gomont 1892

Células cortas de 3,3 - 7,5 μm , (\bar{x} = 5,4 μm) de largo. La célula apical es redondeada, no atenuada y sin caliptra. Tricomas con una anchura de 9,2 – 11,2 μm , (\bar{x} = 10 μm), verde azulados, constreñidos en las paredes transversales, no atenuados, en su mayoría con falsas ramificaciones simples (escasa presencia de falsas ramificaciones geminadas). Vaina gruesa, hialina en tricomas jóvenes y con tonalidades que van desde el amarillo al naranja/marrón en tricomas maduros, alcanzando un grosor aproximado de 3 μm (Lam. 1C).

Ecología: Filamentos formando agrupaciones, bentónicas. Agrupados. Crecimiento junto con otras algas.

Localidad: 9

Familia Phormidiaceae

El género *Phormidium* constituye filamentos con un solo tricoma, englobado en vainas de diferente consistencia, desde inapreciables a intensamente refringentes. Sus talos forman agrupaciones de muy diversa morfología, generalmente fijas al sustrato. Se ha encontrado una especie:

Phormidium inundatum [Kützing 1849] ex Gomont 1892

Células de tamaño variable, generalmente isodiamétricas, siendo la apical cónica o cónica redondeada, con una anchura de 1,6 – 2,7 μm , (\bar{x} = 2,1 μm). Tricomas verde azulados con y sin vaina que forman fascículos o tapetes. Anchura: 2,2 – 4,7 μm , (\bar{x} = 2,9 μm); longitud: 2 – 5,3 μm , (\bar{x} = 3,3 μm).

Ecología: Fascículos y tapetes bentónicos. Crecimiento junto con otras algas.

Localidad: 2

El género *Symploca* presenta caracteres morfológicos muy similares a *Phormidium*, diferenciándose básicamente en la agrupación de los tricomas

que constituyen pequeños y característicos mechones erectos. Se han encontrado dos especies:

Symploca cf. muralis [Kützing 1843] Gomont 1892

Células de tamaño variable, por lo general más cortas que anchas, isodiamétricas y en menor caso más largas que anchas siendo la apical cónica-redondeada. Longitud de la célula: 1,2 – 2,7 μm , (\bar{x} = 1,8 μm). Tricomas con una anchura de: 1,3 – 3 μm , (\bar{x} = 2 μm), con vaina no siempre visible, en ocasiones casi tan gruesa como el ancho del tricoma (en torno a 1,6) y con paredes transversales constreñidas. A veces formando fascículos o haces (2 a 11 tricomas, incluso más) con los extremos con aspecto de pincel. Presencia de carbonato cálcico.

Ecología: Filamentos bentónicos. Crecimiento junto con otras algas.

Localidad: 7 y 9

Symploca sp. [Kützing 1843] Gomont 1892

Células por lo general tan anchas como largas siendo la apical cónica – redondeada. Longitud de la célula: 3 – 4,8 μm , (\bar{x} = 3,4 μm). Tricomas con 3 – 4,2 μm , (\bar{x} = 3,5 μm) de ancho, verde azulados, cilíndricos, ligeramente estrechados hacia el ápice y con vaina individual, agrupándose formando fascículos.

Nuestra población presenta caracteres intermedios entre dos especies: *S. muscorum* y *S. radians*.

Ecología: Filamentos bentónicos. Crecimiento junto con otras algas.

Localidad: 4

Orden Nostocales

Familia Nostocaceae

En el **género** *Nostoc* los tricomas presentan heterocitos intercalares inmersos en una gran masa de mucílago. Desarrollan agrupaciones gelatinosas generalmente esféricas o irregulares. Se han encontrado dos especies:

Nostoc fuscescens F. E. Fritsch 1912

Células sin vacuola de gas. Tricomas dispuestos irregularmente, con una anchura de 3 - 4 μm , (\bar{x} = 3,5 μm). Heterocitos claramente mayores que la célula vegetativa, con una anchura de 4,7 – 6,5 μm , (\bar{x} = 5,6 μm) y una longitud de 5 – 7,2 μm , (\bar{x} = 6,1 μm). Forman colonias macroscópicas esféricas, de aspecto lobulado, con la superficie lisa, en torno a 1 cm de tamaño. (Lam. 1D).

Ecología: Adherido a paredes sumergidas.

Localidad: 5

Nostoc sphaericum [Vaucher 1803] ex Bornet et Flahault 1886

Células sin vacuola de gas. Tricomas dispuestos irregularmente, con una anchura de 4 - 5,2 μm , (\bar{x} = 4,6 μm). Heterocito claramente mayores que la célula vegetativa, con 5,5 - 7,5 μm , (\bar{x} = 6,3 μm) de ancho y 6,1 - 8,3 μm , (\bar{x} = 6,7 μm) de largo. Forman colonias macroscópicas esféricas, de aspecto lobulado, con la superficie lisa, en torno a 1 cm de tamaño.

Ecología: Adherido a paredes sumergidas.

Localidad: 9

Familia Rivulariaceae

El **género *Rivularia*** se caracteriza por sus tricomas fuertemente polarizados, en la base con un heterocito y en el ápice con sus células fuertemente vacuolizadas y terminadas en un fino pelo. Desarrollan agrupaciones fuertemente adheridas al sustrato, frecuentemente carbonatadas. Se ha encontrado una especie:

Rivularia dura [Roth 1806] ex Bornet et Flahault 1886

Células con constricciones, tan largas como anchas. Tricoma con una anchura de 3 - 5,5 μm , (\bar{x} = 4,52 μm), con vaina individual, hialina, que termina en un pelo. Agrupaciones no zonadas, duras, con carbonato cálcico. Heterocito claramente más grande que la célula vegetativa, anchura entre 4 - 8 μm , (\bar{x} = 5 μm), y una longitud de 5 - 9 μm , (\bar{x} = 7 μm). (Lam. 1E).

Ecología: Colonia epífita en macrófitos.

Localidad: 12

Filo Rhodophyta, clase Compsopogonophyceae, orden Compsopogonales.

Familia Compsopogonaceae

El **género *Compsopogon*** desarrolla filamentos inicialmente uniseriados pero con el tiempo se desarrollan células laterales que forman un fino cortex que hace difícil la interpretación de su estructura. Llega a formar importantes masas filamentosas, a veces de color azulado. Se ha encontrado una especie:

Compsopogon coeruleus (Balbis ex C.Agardh) Montagne 1846

Estructura uniseriada (joven) con 20,6 - 35,4 μm , (\bar{x} = 23 μm) de ancho, formada por células solitarias y discoidales. Estructura pluriseriada (madura) con una anchura de 42 - 200 μm , (\bar{x} = 122,2 μm), compuesta por un

eje central rodeado de una capa periférica de células corticales. Filamentos ramificados de color azul violáceo. Planta macroscópica erecta. (Lam. 1F).

Ecología: Epilítica. Zona del río de gran anchura y cuadal, sombreado por el típico bosque de ribera.

Localidad: 11

Clase Bangiophyceae, orden Bangiales,
Familia Bangiaceae

El **género** *Bangia* presenta filamentos inicialmente uniseriados que con el crecimiento se convierten en pluriseriados, diferenciándose bien las distintas filas de células. Forman pequeñas masas filamentosas de color rojo o pardo en la superficie de piedras. Se ha encontrado una especie:

Bangia atropurpurea Lyngbye 1819

Células con 10,8 – 28,9 μm , (\bar{x} = 17,1 μm) de largo, con el cloroplasto estrellado. Estructura uniseriada (joven) con 16,7 – 60 μm , (\bar{x} = 44,7 μm) de ancho, formada por células solitarias y discoidales. Estructura pluriseriada (madura) de 43,2 – 96,3 μm (\bar{x} = 61,8 μm) de ancho, formada por un eje central rodeado de una capa periférica de células corticales. Filamentos no ramificados de color rojo violáceo. Planta macroscópica erecta. (Lam. 2A).

Ecología: Filamento epilítico, tapizando superficie pétreo.

Localidad: 9 y 12

Clase Florideophyceae, orden Acrochaetiales
Familia Acrochaetiaceae

El **género** *Audouinella* muestra una estructura filamentosa sencilla donde sus ramas laterales aparecen con disposición oblicua generalmente muy plegada al eje principal. Sus células terminales se transforman en monosporangios. Su diferenciación con la fase Chantransia de ciertas especies es compleja, basándose únicamente en la ausencia de tetrasporangios y una cierta matización cromática. Se ha encontrado dos especies:

Audouinella cf. pygmaea (Kützing) Weber-van Bosse 1921

Células cilíndricas con 16,8 – 29,1 μm , (\bar{x} = 19 μm) de largo, con cloroplasto parietal. Filamentos ramificados (ángulo de ramificación menor de 90°) uniseriados, con una anchura de 7,5 – 11,8 μm , (\bar{x} = 9,6 μm). Planta macroscópica formada por filamentos densamente agregados. Monosporangios ovoides con un diámetro de 7,3 – 9,1 μm , (\bar{x} = 8,2 μm).

Ecología: Epilítica. Aguas claras de poca profundidad y corriente media.

Localidad: 7

Audouinella sp. Bory 1823

Células cilíndricas con 21,2 – 39 μm , (\bar{x} = 27,2 μm) de largo, con cloroplasto parietal. Filamentos ramificados (ángulo de ramificación menor de 90°) uniseriados, con una anchura de 8,2 – 15,5 μm , (\bar{x} = 11 μm). Planta macroscópica formada por filamentos densamente agregados. Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie.

Ecología: Epilítica.

Localidad: 7 y 9

Orden Batrachospermales

Familia Batrachospermaceae

El **género** *Sheathia* forma parte del grupo de táxones desglosados del amplio y clásico género *Batrachospermum*. Ambos comparten la estructura uniaxial con verticilos de pleuridios dispuestos regularmente, sobre ellos se disponen densos grupos de células responsables de su primera fase esporofítica. *Sheathia* se diferencia básicamente por su corticación heterogénea (heterocortinado). Se ha encontrado una especie:

Sheathiaboryana (Siradot) Salomaki y M. L. Vis in Salomaki y cols. 2014
Syn: *Batrachospermum boryanum* Sirodot 1874

Células formando fascículos, en la parte basal son bastante más largas que anchas con la pared celular gruesa. Verticilos esféricos, separados o confluentes. Talo muy gelatinoso.

Material fructificado con espermatangios con 6,5 – 11,5 μm , (\bar{x} = 9 μm) de ancho. Planta femenina con carposporofito de 49,3 – 80,9 μm , (\bar{x} = 62,4 μm) de longitud y anchura 43,2 – 91,2 μm , (\bar{x} = 60 μm). Ramas carpogoniales con 69,4 – 97,2 μm , (\bar{x} = 83 μm) de largo. Carpogonio con tricógina, de longitud: 35,1 – 48 μm , (\bar{x} = 41,6 μm), con una anchura del ápice de 9,5 – 16,2 μm , (\bar{x} = 13 μm). Carposporangio de 13,4 – 19,1 μm , (\bar{x} = 15,9 μm) de largo. (Lam. 2B).

Ecología: Epilítica. Río pequeño, de poca profundidad y corriente media. Agua muy clara.

Localidad: 7 y 16

Orden Thoreales
Familia Thoreaceae

El género *Thorea* se caracteriza por su largo talo, hasta más de un metro, constituido por un eje uniaxial a partir del cual se desarrollan cortos filamentos corticales que le dan a la planta un aspecto hispido. Se ha encontrado una especie:

Thorea hispida (Thore) Desvaux 1818

Para esta especie hemos localizado sus fases gametofítica y esporofítica, que constituyen poblaciones claramente diferenciadas. (Lam. 2C - F).

El gametofito es la fase dominante de su ciclo biológico y está constituido por filamentos asimiladores con células de cloroplasto laminar. Estas células presentan 7,1 – 8,7 μm , (\bar{x} = 8,4 μm) de largo y 28,8 – 41,8 μm , (\bar{x} = 34,9 μm) de ancho. Talos viscosos largos, muy ramificados formados por filamentos multiaxiales, que dan lugar a una zona medular (anchura de la médula: 395,6 – 440,1 (μm , \bar{x} = 420 μm)) a partir de la que desarrollan filamentos asimiladores laterales, perpendiculares al eje principal, con una longitud de 296,8 – 640 μm , (\bar{x} = 431 μm).

Ecología: Epilítica, formando largos mechones.

Localidad: 3

El tetrasporofito constituye la denominada **fase chantransia de *Thorea hispida***.

Constituida por células con 9,8 – 13,6 μm , \bar{x} = 11,4 μm de ancho y 22 – 42,8 μm , (\bar{x} = 28,5 μm) de largo, con pared celular gruesa y cloroplasto parietal. Filamentos ramificados, ramificaciones primarias de tipo dicotómico y ramificaciones secundarias menores de 90°. Formación macroscópica esférica de filamentos apretados en su base, de aspecto pustular, con incrustaciones de carbonato cálcico. Monosporangios ovoides, con una anchura de 11 – 14,2 μm , (\bar{x} = 13 μm) y una longitud de 16,7 - 19 μm , (\bar{x} = 17,8 μm).

Ecología: Epífita sobre *Chara vulgaris* (descrita más abajo) en aguas cálidas procedentes de manantial termal (T^a: 27,3 °C).

Localidad: 3

Orden Hildenbrandiales
Familia Hildenbrandiaceae

El género *Hildenbrandia* desarrolla talos constituidos por pequeñas filas de células intimamente unidas que dan lugar a costras rojas, fuertemente adherentes, sobre la superficie de las rocas. Se ha encontrado una especie:

Hildenbrandia rivularis (Liebmann) J. Agardh 1851

Células isodiamétricas con $4,8 - 11,6 \mu\text{m}$, ($\bar{x} = 7,9 \mu\text{m}$) de ancho y $5,5 - 11,1 \mu\text{m}$, ($\bar{x} = 8,4 \mu\text{m}$) de largo, que constituyen filamentos soldados en costuras pseudoparenquimatosas que forman talos crustosos, formando manchas más o menos orbiculares sobre piedras. (Lam. 3A).

Ecología: Epilítica.

Localidad: 2

Filo Ochrophyta, clase Xanthophyceae, orden Vaucheriales

Familia Vaucheriaceae

El género *Vaucheria* está constituido por especies filamentosas donde el talo responde a un modelo sifonado donde solo se desarrollan fragmentos discretos para la diferenciación de sus típicos gametangios. Dan lugar a ovas, generalmente asociadas al litoral, de consistencia firme. Se ha encontrado una especie:

Vaucheria sp. Candolle 1805

Filamentos con una anchura de $48 - 67,5 \mu\text{m}$, ($\bar{x} = 59,3 \mu\text{m}$); sifonados (o cenocíticos, sin paredes transversales entre las células, con numerosos cloroplastos parietales). Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie.

Ecología: Adherida al sustrato, formando tapetes aterciopelados de color verde.

Localidad: 7

Filo Chlorophyta, clase Chlorophyceae, orden Sphaeropleales

Familia Schizochlamydeaceae

El género *Schizochlamys* desarrolla masas gelatinosas macroscópicas, se puede considerar como una de las algas verdes macroscópicas más antiguas. Sus talos suelen desarrollarse adheridos a superficies rocosas o en la porción sumergida de plantas acuáticas. Se ha encontrado una especie:

Schizochlamys gelatinosa A. Braun 1849

Células esféricas, con un tamaño entre $11,4 - 15 \mu\text{m}$, $\bar{x} = 13,7 \mu\text{m}$, ligeramente comprimidas longitudinalmente. Presencia de un penacho de pseudocilios, no siempre apreciable y en número variable (hasta 16). En colonias macroscópicas formando masas mucilaginosas. (Lam. 3B).

Ecología: Libre flotación

Localidad: 14

Familia Microsporaceae

El **género *Microspora*** constituye pequeñas masas de filamentos uniseriados que generalmente se desarrollan entre otras especies filamentosas. Se ha encontrado una especie:

Microspora aequabilis Wichmann 1937 **var. *minor*** Wichmann 1937

Células cilíndricas con $7,2 - 8,5 \mu\text{m}$, ($\bar{x} = 7,8 \mu\text{m}$ de ancho) y $8,8 - 13,4 \mu\text{m}$, ($\bar{x} = 11 \mu\text{m}$) de largo, con cloroplasto único parietal. Filamento sin ramificaciones, al disociarse las células queda patente la característica estructura en H formada por la pared transversal y parte de la pared celular. Esta variedad difiere de la tipo por las dimensiones celulares, que son menores. (Lam. 3 F).

Ecología: Formando masas filamentosas flotantes en el agua.

Localidad: 7

Orden Oedogoniales

Familia Oedogoniaceae

El **género *Bulbochaete*** incluye pequeños filamentos ramificados. Viven epífitos sobre plantas, otras algas o mezclado con ellas. Se ha encontrado una especie:

Bulbochaete sp. C. Agardh 1817

Células con un cloroplasto parietal, acabadas en uno o dos pelos largos con una base bulbosa. Anchura de la célula vegetativa de $15,5 - 24,8 \mu\text{m}$, ($\bar{x} = 21,4 \mu\text{m}$) y longitud entre $21 - 105,6 \mu\text{m}$, ($\bar{x} = 65,8 \mu\text{m}$). Filamentos muy ramificados. Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie. (Lam. 3 C).

Ecología: Adherido al sustrato mediante el disco basal.

Localidad: 14 y 15

El **género *Oedogonium*** agrupa a las especies de filamentos indivisos de la familia. Dan lugar a ovas de escaso desarrollo y es muy frecuente encontrarlas mezcladas entre otras especies filamentosas. Se ha encontrado una especie:

Oedogonium sp. Link 1820

Células con $7,3 - 29,6 \mu\text{m}$, ($\bar{x} = 17 \mu\text{m}$) de ancho y $36 - 113,6 \mu\text{m}$, ($\bar{x} = 64,7 \mu\text{m}$) de largo, con un cloroplasto parietal, reticulado. Cilíndricas, a veces ligeramente engrosadas en uno de los extremos, donde se observan

unas estriaciones transversales a modo de anillos. Filamentos no ramificados. Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie. (Lam. 3 D).

Ecología: Adherido al sustrato mediante el disco basal.

Localidad: 8, 9, 14 y 15

Orden Chaetophorales
Familia Chaetophoraceae

El **género** *Draparnaldia* engloba a especies filamentosas cuyos talos inician su desarrollo como epífitas o epilíticas y que pueden formar masas filamentosas de escaso desarrollo. Se ha encontrado una especie:

Draparnaldia glomerata (Vaucher) C. Agardh 1824

Filamentos delicados, erectos, uniseriados incluidos en una envuelta mucilaginosa, formando el eje central (anchura: 45,5 - 61 μm , (\bar{x} = 56,1 μm); longitud: 17,3 - 90,5 μm , (\bar{x} = 55,4 μm)). Ramificaciones verticiladas. La anchura de las células de las ramificaciones se encuentra entre 7,2 - 12 μm , (\bar{x} = 9,6 μm) y la longitud: 7,2 - 16,8 μm , (\bar{x} = 13,6 μm). (Lam. 3 E).

Ecología: Epífita sobre hidrófitos.

Localidad: 10

Clase Ulvophyceae, orden Cladophorales
Familia Pithophoraceae

El **género** *Aegagropila* engloba a aquellas Cladoforáceas ramificadas de mayor tamaño, hasta hace poco incluidas en el género *Cladophora*. Sus filamentos dan lugar a densas y consistentes ovas que pueden llegar a cubrir la totalidad del sistema en el que se desarrollan. Se ha encontrado una especie:

Aegagropila linnaei Kützing 1843

Syn: *Cladophora aegagropila* var. *linnaei* (Kützing) Rabenhorst 1868

Células cilíndricas o engrosadas en forma de barril o de maza (engrosada hacia la base), con cloroplasto parietal reticulado. Anchura de la célula apical: 43,1 - 92,3 μm , (\bar{x} = 66,8 μm). Pared celular gruesa y estratificada. Filamentos muy ramificados, inserción de las ramificaciones casi paralelas al filamento principal, siendo la anchura de la ramificación principal 102,2 - 245 μm , (\bar{x} = 162,5 μm). (Lam. 4 A).

Ecología: Formando masas filamentosas en el agua.

Localidad: 5, 11, 12

Familia Cladophoraceae

El **género** *Cladophora* se ha restringido a aquellas especies cuyos filamentos presentan un menor calibre. Sus formaciones macroscópicas pueden generar igualmente importantes masas de ovas. Se ha encontrado una especie:

Cladophora glomerata (Linnaeus) Kützing 1843

Células cilíndricas con cloroplasto parietal reticulado, siendo la apical cilíndrica o atenuada, con 18,5 – 84,1 μm , (\bar{x} = 40,7 μm) de ancho. Filamentos ramificados o escasamente ramificados. Inserción de las ramificaciones oblicuas al filamento principal, con una anchura de 41,4 – 166,6 μm , (\bar{x} = 83,5 μm).

Ecología: Formando masas filamentosas en el agua.

Localidad: 3, 5, 7, 9, 18

Orden Ulvales

Familia Ulvaceae

El **género** *Ulva* incluye, además de las típicas especies laminares fundamentalmente marinas, aquellas especies tubulares atribuidas al género *Enteromorpha*. Desarrollan ovas muy prolíficas en ambientes salobres donde juegan un papel muy importante en la estructuración de sus ecosistemas. Se ha encontrado una especie:

Ulva intestinalis Linnaeus 1753

Syn: *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees 1820

Células poligonales, con 11,3 – 15,4 μm , (\bar{x} = 13,8 μm) de ancho y 11,2 – 26,3 μm , (\bar{x} = 17 μm) de largo. Talo tubular, menor de 1 cm de ancho, con aspecto macroscópico de intestino debido a la multitud de estrechamientos que presenta en toda su longitud. Escasas ramificaciones laterales, muy delgadas.

Ecología: Talos jóvenes fijos al sustrato, los más desarrollados de libre flotación. Aguas salobres, con elevada cantidad de anátidas.

Localidad: 17, 18

Filo Charophyta, clase Conjugatophyceae, orden Zygnematales

Familia Zygnemataceae

El **género** *Mougeotia* forma parte de uno de los grupos de algas verdes más evolucionados y sus filamentos pueden formar densas ovas en aguas estancadas o remansadas. Se han encontrado dos especies:

Mougeotia sp1. C. Agardh 1824

Células con 20 – 31 μm (\bar{x} = 27,2 μm) de ancho y 62,7 – 269,5 μm (\bar{x} = 131,4 μm) de largo, con un único cloroplasto axial en forma de lámina, dispuesto a todo lo largo de la célula. Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie.

Ecología: Libre flotación

Localidad: 9, 11, 14 y 15

Mougeotia sp2. C. Agardh 1824

Células con 8 – 12,2 μm (\bar{x} = 9,5 μm) de ancho y 35,2 - 84 μm (\bar{x} = 54,2 μm) de largo; con un único cloroplasto axial en forma de lámina, dispuesto a todo lo largo de la célula. Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie. (Lam. 4 B).

Ecología: Libre flotación

Localidad: 15

El género *Spirogyra* es sin duda el más diverso; sus filamentos indivisos pueden presentar uno o numerosos cloroplastos parietales helicoidales. Sus ovas, también muy escurridizas, pueden colonizar amplias zonas. Se han encontrado cinco especies:

Spirogyra scrobiculata (Stockmayer) Czurda 1932

Célula con una anchura entre 35 – 43 μm , (\bar{x} = 39 μm) y 73 – 235 μm , (\bar{x} = 136 μm) de longitud, con un cloroplasto (rara vez 2) formando una clara banda en espiral en el interior de la célula. Giros del cloroplasto por célula de 2 a 7. Pared de la unión entre células simple. Gametangios cilíndricos. Puente de conjugación formado por los dos gametangios. Zigotos con una anchura de 33 – 46 μm (\bar{x} = 39,5) y longitud de 65 – 76 μm (\bar{x} = 70,5), el mesosporio escrobiculado y el exosporio liso. (Lam. 4 C y D).

Ecología: Libre flotación. Agua salobre.

Localidad: 18

Spirogyra sp1. Link 1820

Células con 33,2 - 54 μm , (\bar{x} = 44,5 μm) de ancho y 210,6 – 180,7 μm (\bar{x} = 194,6 μm), de largo, con 1 cloroplasto formando una clara banda en espiral en el interior. Pared transversal replicada. Giros del cloroplasto por célula entre 4 y 8. Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie. (Lam. 4 E).

Ecología: Libre flotación

Localidad: 9

Spirogyra sp2. Link 1820

Células con 29,1 – 38,8 μm , (\bar{x} = 33 μm) de ancho y 106,7 – 145,5 μm (\bar{x} = 128,5 μm), de largo, con 1 cloroplasto formando una clara banda en espiral en el interior. Giros del cloroplasto por célula entre 3 y 5,5. Pared de unión entre células simple. Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie.

Ecología: Libre flotación

Localidad: 5, 9, 14, 15 y 18

Spirogyra sp3. Link 1820

Células con 40,8 – 43,2 μm (\bar{x} = 41,4 μm) de ancho y 80 – 168 μm (\bar{x} = 110 μm) de largo, con 1 cloroplasto muy apretado formando una clara banda en espiral en el interior. Giros del cloroplasto por célula no identificables debido a la compactación de los giros. Pared de unión entre células simple. Pared celular gruesa, en torno a 4 μm . Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie.

Ecología: Libre flotación

Localidad: 4 y 11

Spirogyra sp4. Link 1820

Células con 37 – 42,9 μm (\bar{x} = 39,5 μm) de ancho y 108,5 - 227 μm (\bar{x} = 155 μm) de largo, con 2 - 3 cloroplastos formando una clara banda en espiral en el interior. Giros del cloroplasto por célula entre 2 y 10. Pared de unión entre células simple. Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible llegar a nivel de especie en la catalogación.

Ecología: Libre flotación

Localidad: 13

El **género *Zygnema*** comparte el carácter de filamentos indivisos con todos los géneros de esta familia, sus ovas pueden ser muy extensas y presentan una consistencia particularmente viscosa.

Zygnema sp1. C. Agardh 1824

Células con 18 – 28,2 μm (\bar{x} = 23 μm) de ancho y 23,2 – 89,4 μm (\bar{x} = 43,2 μm) de largo, con dos cloroplastos estrellados por célula. Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie.

Ecología: Libre flotación.

Localidad: 5, 7, 9, 14, 15

Zygnema sp2. C. Agardh 1824

Células con 16,6 – 32,6 μm (\bar{x} = 20,5 μm) de ancho y 42,5 – 114,8 μm (\bar{x} = 62,9 μm) de largo, con dos cloroplastos estrellados por célula. Pared celular muy gruesa (en torno a 8 μm). Por la ausencia de estructuras reproductoras ha sido imposible determinar la especie.

Ecología: Libre flotación

Localidad: 14

Clase Charophyceae, orden Charales.

Familia Characeae

El género *Chara* constituye el elemento más conspicuo y característico de las algas verdes. Su inconfundible estructura cladómica se ve resaltada por sus aparentes gametangios desde primavera. Sus especies suelen formar praderas subacuáticas de gran amplitud, denominadas “camas de rana”.

Chara vulgaris Linnaeus 1753

Célula apical aguda. Corticación presente en el eje principal. Filidios basales ecorticados y en los superiores solo hay corticación en la parte basal, luego desaparece. Fila superior de estipuloides más desarrollada que la inferior. (Lam. 4 F).

Ecología: Aguas termales (T^a: 27,3°C).

Localidad: 3

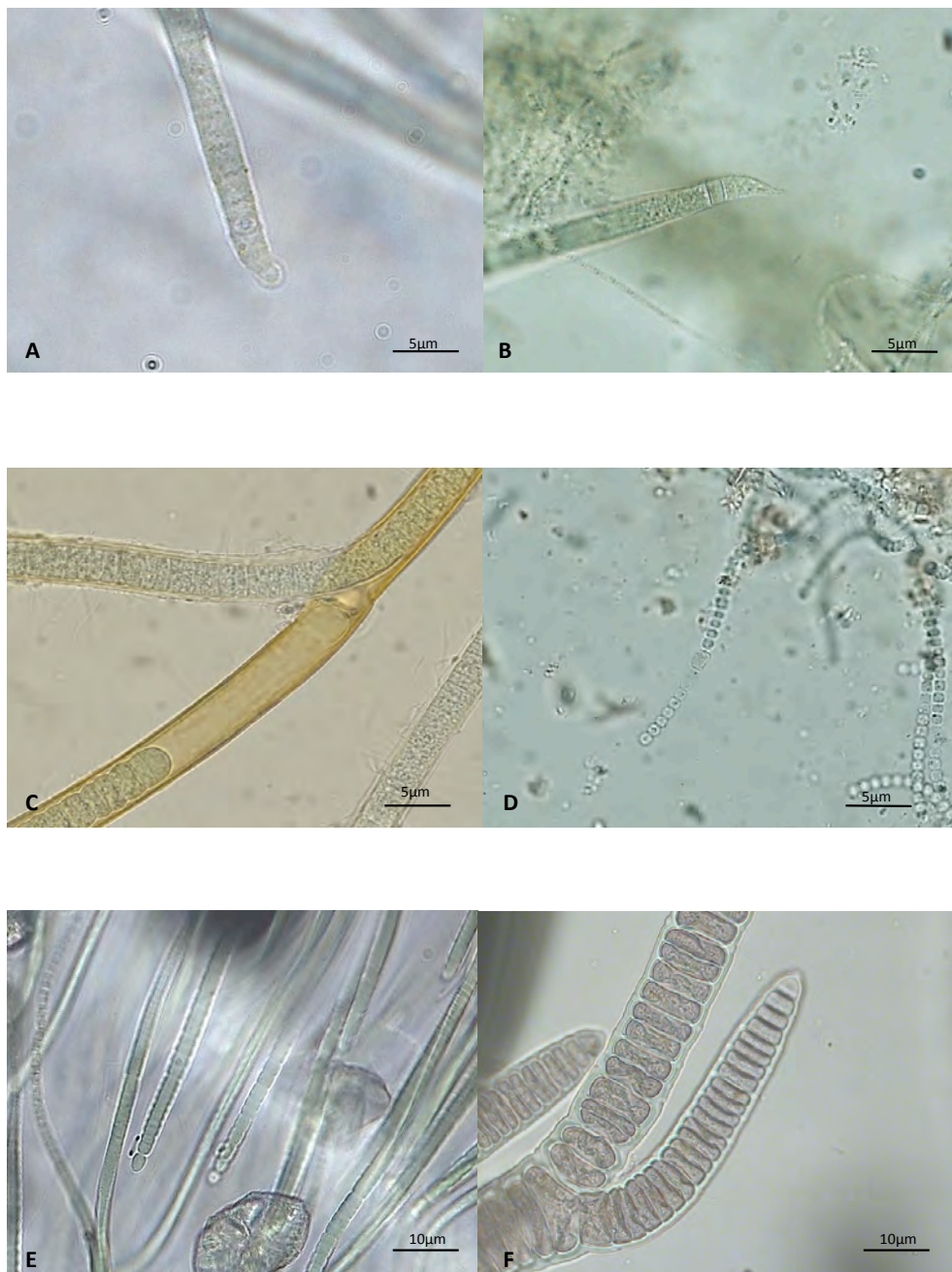


Lámina 1: A. Detalle del ápice del tricoma de *Microcoleus subtorulosus*. B. Detalle del ápice del tricoma de *Oscillatoria ramphoidea*. C. Ramificación simple de *Plectonema tomasinianum*. D. Tricoma con heterocito de *Nostoc fuscescens*. E. Tricomas de *Rivularia dura*. F. *Compsopogon coerulesus*. Fotos: V. Gómez Molero.

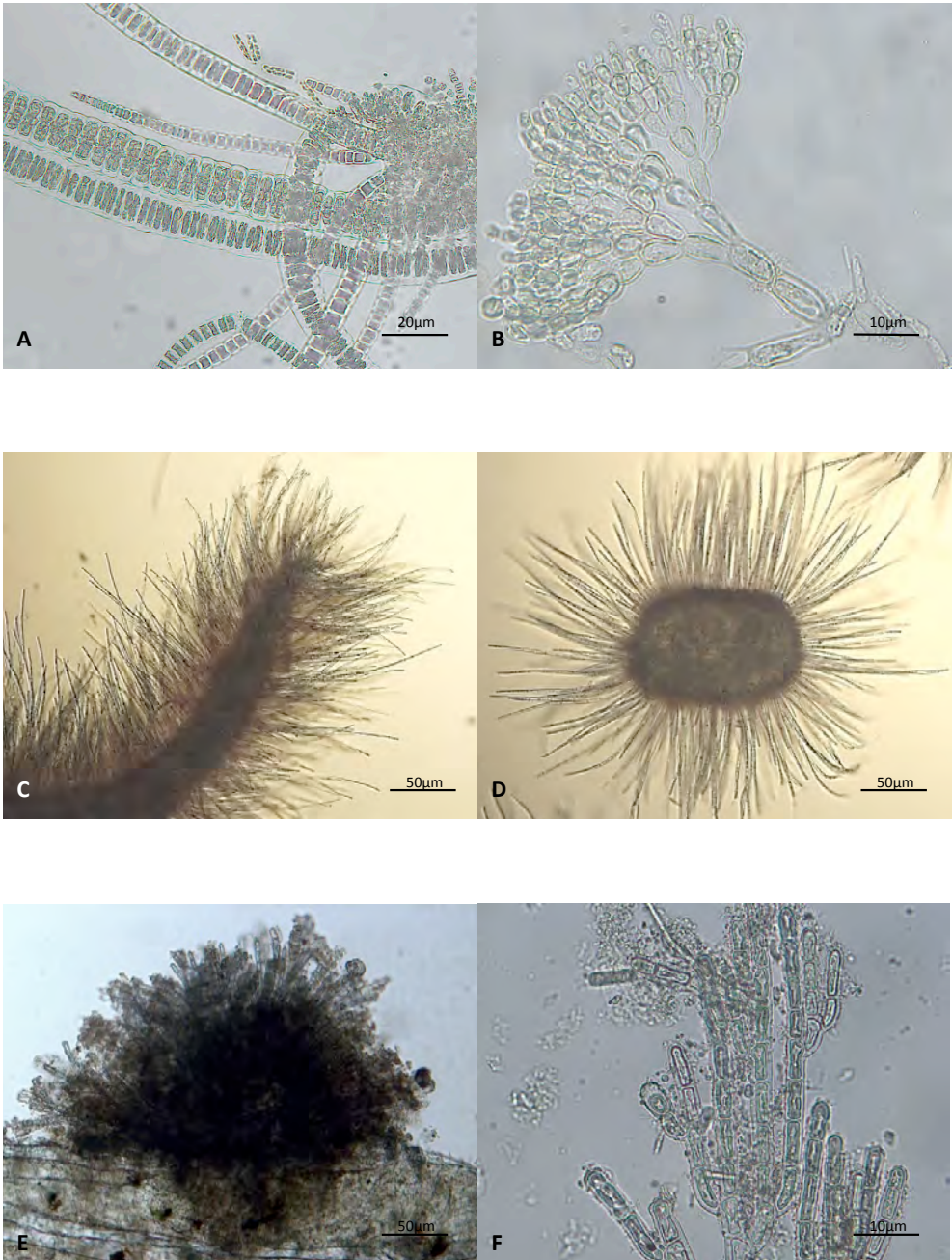


Lámina 2: A. *Bangia atropurpurea*. B. *Sheathia boryana*. C y D. *Thorea hispida*, visión del talo y corte trasversal del mismo. E. Fase chnansia de *Thorea hispida* sentada sobre *Chara vulgaris*. F. Monosporangio de la fase chnansia de *Thorea hispida*. Fotos: V. Gómez Molero.

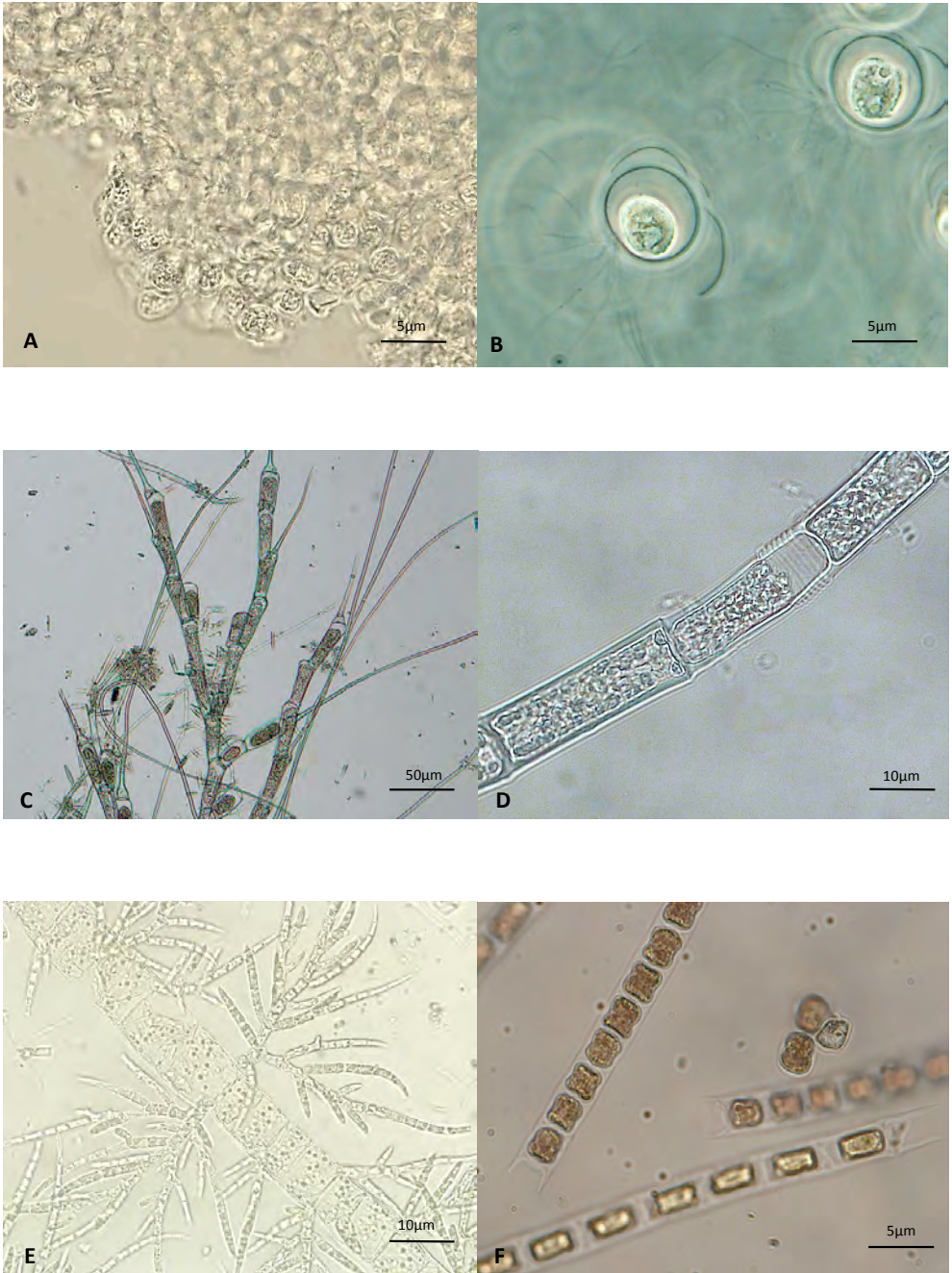


Lámina 3: A. *Hildenbrandia rivularis*. B. *Schizochlamys gelatinosa*. C. *Bulbochaete* sp. D. Detalle de *Oedogonium* sp. E. *Draparnaldia glomerata*. F. Detalle de pared transversal en H de *Microspora aequabilis* var. *minor*. Fotos: V. Gómez Molero.



Lámina 4. A. *Aegagropila linnaei*. B. *Mougeotia sp.* C y D. Detalle del puente de conjugación y zigotos de *Spirogyra scrobiculata*. E. Detalle de la pared transversal replicada de *Spirogyra sp1*. F. Oogonióforo de *Chara vulgaris*. Fotos: V. Gómez Molero.

3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A partir de los datos obtenidos en este trabajo se citan 2 nuevos géneros y 15 nuevas especies para la flora ficológica de la provincia de Albacete. Estas nuevas citas pertenecen a diversos grupos taxonómicos como se puede observar en la tabla 2.

| Filo | Especie | | Localidad |
|---------------|---|----|--|
| Cyanobacteria | <i>Microcoleus subtorulosus</i> | 4 | Pantaniello del Boquerón |
| | <i>Oscillatoria ramphoidea</i> | 17 | Laguna de Pétrola |
| | <i>Plectonema tomasinianum</i> | 9 | Río Tus |
| | <i>Phormidium inundatum</i> | 2 | Manantial Río Tus |
| | <i>Symploca cf.muralis</i> | 7 | Río Arteaga o Puenteillas. Finca Puenteillas |
| | <i>Nostoc fuscescens</i> | 9 | Río Tus |
| Rhodophyta | <i>Bangia atropurpurea</i> | 5 | Río Montemayor |
| | <i>Bangia atropurpurea</i> | 9 | Río Tus |
| | <i>Audouinella cf.pygmaea</i> | 12 | Río Mundo, puente romano de Isso |
| | <i>Sheathia boryana</i> | 7 | Río Arteaga o Puenteillas. Finca Puenteillas |
| | <i>Sheathia boryana</i> | 7 | Río Arteaga o Puenteillas. Finca Puenteillas |
| Ochrophyta | <i>Thorea hispida</i> | 16 | Laguna del Arquillo, 500m aguas abajo |
| | <i>Hildenbrandia rivularis</i> | 3 | Acequia junto carril Baños de la Concepción. |
| | <i>Hildenbrandia rivularis</i> | 2 | Manantial Río Tus |
| | <i>Vaucheria sp.</i> | 7 | Río Arteaga o Puenteillas. Finca Puenteillas |
| | <i>Vaucheria sp.</i> | 7 | Río Arteaga o Puenteillas. Finca Puenteillas |
| Chlorophyta | <i>Schizochlamys gelatinosa</i> | 14 | Laguna de los Ojos de Villaverde |
| | <i>Bulbochaete sp.</i> | 14 | Laguna de los Ojos de Villaverde |
| | <i>Bulbochaete sp.</i> | 15 | Laguna del Arquillo |
| | <i>Microspora aequabilis var. minor</i> | 7 | Río Arteaga o Puenteillas. Finca Puenteillas |
| | <i>Aegagropila linnaei</i> | 5 | Río Montemayor |
| Charophyta | <i>Aegagropila linnaei</i> | 11 | Río Júcar a su paso por Alcozarejos |
| | <i>Aegagropila linnaei</i> | 12 | Río Mundo, puente romano de Isso |
| | <i>Spirogyra scrobiculata</i> | 18 | Laguna anterior a Pétrola |

Tabla 2. Especies y géneros citados por primera vez para la provincia de Albacete.

El porcentaje total de especies conocidas en la provincia de Albacete y su desglose en las dos cuencas principales se observa en la figura 2, donde se aprecia gran diferencia entre ambas cuencas. De la totalidad de especies descritas hasta la fecha, el 88.5% corresponde a la cuenca del Segura y solo un 11.5% a la cuenca del Júcar. Centrándonos en cada cuenca; en la del Segura, observamos cómo el 81.85% de las especies ya habían sido citadas con anterioridad y solo el 6.65% han sido citadas por primera vez para la provincia. Por otro lado en la cuenca del Júcar se observa el caso contrario; donde úni-

camente un 0.5% de las especies ya habían sido citadas en estudios anteriores, mientras que el 11% han sido citadas por primera vez en este trabajo.

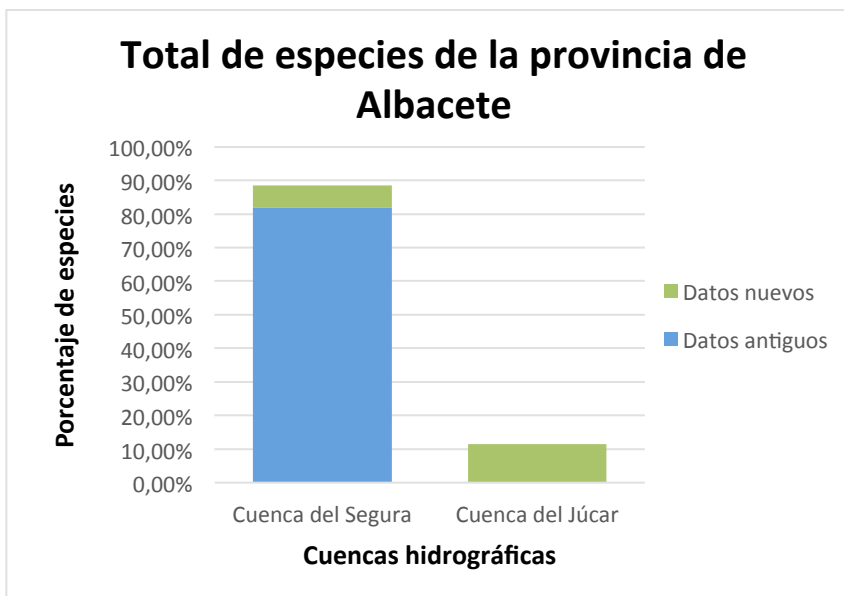


Fig. 2. Porcentaje de especies conocidas para la provincia de Albacete. Desglose por cuencas.

Los ríos pertenecientes a la cuenca del Segura en la provincia de Albacete, en general, gozan de buena calidad como en el caso del río Tus, aunque aún hay muchas zonas sin valorar, como determinados puntos del río Mundo (CHS, 2013). Como podemos observar en la figura 3, esta cuenca ha sido estudiada anteriormente con exhaustividad (serie de trabajos realizados por Aboal en el SE peninsular, comenzado en 1985), de ahí el elevado porcentaje de datos que ya se tenían de esta cuenca. Ésto nos permiten asumir que dicha cuenca mantiene por norma general una buena calidad en la provincia de Albacete, al encontrarse en sus aguas *Rivularia dura* o especies del género *Nostoc*, comúnmente asociadas a aguas limpias y de ambientes no contaminados (Douterelo y cols., 2004)

Debemos destacar la presencia en la provincia de Albacete de *Bangia atropurpurea*, ya que es la cita más al sureste de la península que se tiene de esta especie, citada con anterioridad en las cuencas del País Vasco, cuencas interiores de Cataluña, cuenca del Guadalquivir (Chapuis y cols., 2014) y la cuenca del Ebro (Tomás y cols., 2013). Ocurre lo mismo con la presencia de *Hildenbrandia rivularis*, citada previamente en la cuenca del Miño-Sil, cuencas interiores de Cataluña y Cantabria (Chapuis y cols., 2014).

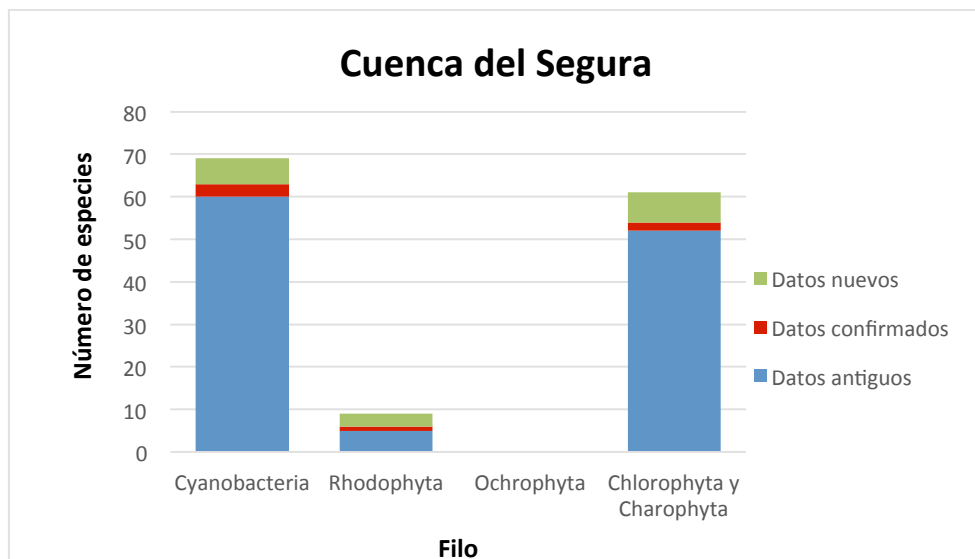


Fig. 3. Total de especies divididas en datos nuevos, confirmados y antiguos en la cuenca del Segura.

En el caso de la cuenca del Júcar, el río Cabriel, aunque tenga zonas que presentan una calidad peor que buena (DHJ, 2014), a su paso por la provincia de Albacete presenta una calidad buena la mayor parte de su recorrido (Martínez Mas y cols., 2004), como indica la aparición de *Draparnaldia glomerata* a la altura de “Los Cárceles”. En la figura 4 se observa claramente como la práctica totalidad de las especies que se conocen son las presentadas en este trabajo. La escasez de estudios previos publicados en la zona da gran valor a nuestro trabajo, constituyendo una primera aproximación a la flora ficológica provincial.

Por otro lado destaca positivamente el buen estado de los ríos de la zona sur de la cuenca del Júcar, concretamente del río Arquillo y su laguna, propuestos como puntos clave a conservar en la cuenca del Júcar (DHJ, 2014), a los que proponemos añadir el río Arteaga o Puenteceillas, debido a la presencia en él de especies tales como *Microcoleus vaginatus*, *Sheathia boryana*, *Microspora aequibilis* var. *minor* y el género *Zygnema*.

También resulta interesante la presencia de *Thorea hispida* en la provincia de Albacete, que aun siendo citada con anterioridad en la cuenca del Júcar (Chapuis y cols., 2014), destaca debido a la distribución preferentemente tropical de esta especie, cuya familia (fam. *Thoreaceae*) a pesar de estar ampliamente distribuida, tiene preferencia por las regiones tropicales, subtropicales o templadas de aguas cálidas (Sheath y Hambrook, 1990). Recordando las características de la localidad donde se encontró, cerca de unos

baños termales con el agua a una temperatura de 27°C, debemos pensar que se cumplen las condiciones ecológicas necesarias para su desarrollo, sin restarle importancia a la cita.

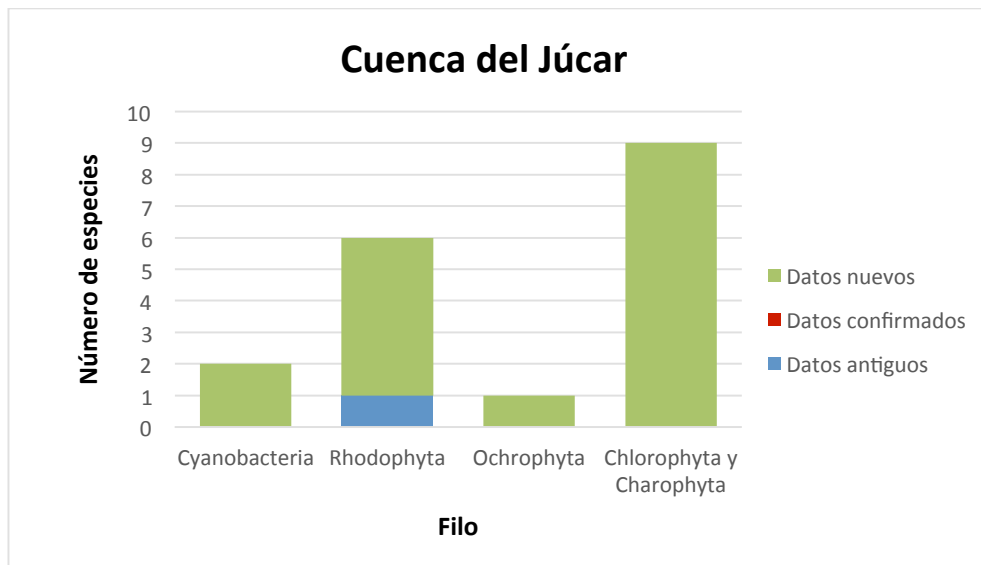


Fig. 4. Total de especies divididas en datos nuevos, confirmados y antiguos en la cuenca del Júcar.

Aplicación como indicadores de calidad y propuesta de conservación.

Como ya hemos dicho en la introducción, los macrófitos tienen una gran importancia a la hora de conocer el estado ecológico de nuestras aguas. Para hacer una aproximación al estado ecológico de los ríos de Albacete nos hemos basado en el valor de tolerancia (vt) y valor indicador (vi) que se ofrece en el Índice de Vegetación Acuática (IVAM) (Moreno y cols., 2006) obtenidos a partir de los valores máximos de concentración de fosfato y amonio disueltos en el agua. Así el IVAM fija los valores de tolerancia entre 2 y 8, correspondiendo el 8 a géneros sensibles a la contaminación (indicadores de aguas oligotróficas) y el 2 a géneros que resisten bien las aguas contaminadas (indicadores de aguas eutróficas). De la misma manera el valor indicador representa la amplitud trófica de los taxones, oscilando los valores entre 1 (soporta mayor rango de condiciones tróficas) y 2,5 (soporta menor rango).

En general los rodófitos son un grupo que indican buena calidad ecológica al ser propio de aguas blandas, claras y puras (Eloranta y Kwandrans, 2004). Junto a este grupo hay otras especies algales, como ciertas cianobacterias (Douterelo y cols., 2004), que también son indicadoras de buena calidad,

pudiendo asumir que las localidades en las que se han encontrado presentan estas características y se encuentran en un adecuado estado de conservación, pudiendo ser empleadas como puntos de referencia de la flora ficológica de la provincia.

Basándonos en los valores dados en el IVAM (Moreno y cols., 2006) hemos confeccionado una serie de puntos de interés en la provincia, como se puede observar en la tabla 3, en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo.

| Género | vt | vi | Cuenca | Localidad |
|--|-----------|-----------|---------------|---|
| <i>Nostoc fuscescens</i> | 6 | 2 | Segura | 5 = Río Madera |
| <i>Nostoc sphaericum</i> | 6 | 2 | Segura | 9 = Río Tus |
| <i>Plectonema tomasinianum</i> | 6 | 2 | Segura | 9 = Río Tus |
| <i>Rivularia dura</i> | 6 | 2 | Segura | 12 = Río Mundo (Puente Romano de Isso) |
| <i>Microcoleus subtorulosus</i> | 8 | 2,5 | Segura | 4 = Pantanillo del Boquerón |
| <i>Microcoleus vaginatus</i> | 8 | 2,5 | Júcar | 7 = Río Puenteillas 8 = Río Arquillo |
| | | | Segura | 9 = Río Tus |
| <i>Phormidium inundatum</i> | 8 | 2,5 | Segura | 2 = Manantial río Tus |
| <i>Sheathia boryana</i> | 6 | 2 | Júcar | 7 = Río Puenteillas 16 = Laguna del Arquillo |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | 6 | 2 | Segura | 2 = Manantial río Tus |
| <i>Microspora aequabilis var.minor</i> | 6 | 2 | Júcar | 7 = Río Puenteillas |
| <i>Zygnema sp.</i> | 8 | 2,5 | Segura | 5 = Río Madera 9 = Río tus |
| | | | Júcar | 7 = Río Puenteillas 14 = Laguna Ojos de Villaverde 15 = Laguna del Arquillo |
| <i>Draparnaldia glomerata</i> | 8 | 2,5 | Júcar | 10 = Río Cabriel (a su paso por Los Cárceles) |

Tabla 3. Localidades de interés en la provincia de Albacete. vt (valor de tolerancia) y vi (valor indicador).

El estudio de estos ambientes se vuelve entonces prioritario, ya que el nivel de transformación (deterioro) de estas zonas es muy rápido. Dicha celeridad hace que se pierda gran cantidad de la información que proporciona la

vegetación que, en condiciones naturales, se desarrolla en estos ambientes; lo que se traduce en pérdida de la capacidad de respuesta frente a futuras agresiones de naturaleza antrópica y climática.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la doctora Iara Chapuis por los análisis moleculares que acompañan la descripción morfométrica de las especies *Sheathia boryana* y *Thorea hispida* corroborando así su identificación; al grupo de investigación del laboratorio de Ficología de la Universidad de Granada junto a los “ficólogos facultativos”, por su ayuda y apoyo durante la realización de este trabajo y al Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel” por la ayuda concedida con la que ha sido posible el desarrollo de este proyecto y su disposición para la publicación de los resultados del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboal, M. (1986 a). Aportación al conocimiento de las algas del SE de España I. Caráceas (Characeae). *Anales Biología*, 6: 7-17.
- Aboal, M. (1986 b). Aportación al conocimiento de las algas del SE de España VII. Clorofíceas (Chlorophyceae Wille in Warmin 1884). *Candollea*, 43: 521 – 548.
- Aboal, M. (1988). Zygnemataceae (Conjugales, Chlorophyceae) of the river Segura basin, southeastern Spain. *Nova Hedwigia*, 47: 389 – 402.
- Aboal, M. (1989). Contribución al conocimiento de las algas epicontinentales del SE de España II; Los rodófitos (Rhodophyceae). *Lazaroa*, 11: 115 – 122.
- Aboal, M. (1991). Ecology of some chrysophycean species from Southeastern Spain. *Lazaroa*, 12: 361-367.
- Bourrelly, P. (1966). *Les algues vertes. Les algues d'eau douce*, I. N. Boubée y Cie., Paris. 569 pp.
- Bordallo, A. y C. Casado (2012). Aproximación al establecimiento de una red de referencia para la implantación de la Directiva Marco del Agua en la Comunidad de Madrid. *Limnetica*, 31: 1-12.
- Cambra, J. (1989). Contribución al conocimiento del género *Oedogonium* en España I. *Acta Botánica Malacitana*, 14: 201 – 206.
- Chambers, P. A., P. Lacoul, K. J. Murphy, y S. M. Thomaz (2008). Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hidrobiología*. 595: 9–26

- Chapuis, I. S., P. M. Sánchez Castillo, y M. Aboal Sanjurjo (2014). Checklist of freshwater red algae in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. *Nova Hedwigia*, 98: 213 – 232.
- Cirujano, S., A. Meco, P. García-Murillo, y M. Chirino (2014). *Flora acuática española. Hidrofitos vasculares*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid. 320 pp.
- Cirujano, S., J. Cambra, P. Sánchez Castillo, A. Meco, y N. Flor Arnau (2007). *Flora ibérica. Algas continentales. Carófitos (Characeae)*. Real Jardín Botánico, Madrid. 132 pp.
- Cirujano, S. y L. Medina (2002). *Plantas acuáticas de las lagunas y humedales de Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha -CSIC. 340 pp.
- Confederación Hidrográfica del Segura (CHS). (2013). *Informe anual del estado de las aguas continentales superficiales de la Confederación Hidrográfica del Segura. Estado general año 2013*. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. 38 pp.
- Dell'Uomo, A. (1991). Use of benthic macroalgae for monitoring rivers in Italy. In: Whitton, B. A., Rott, E. y G. Friedrich (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers. Inst. für botanik. Univ. Innsbruck*: 129 – 137.
- Demarcación Hidrográfica del Júcar (DHJ). (2014). *Memoria ambiental. Proyecto del plan hidrológico de Cuenca*. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. 178 pp.
- Den Hartog, C. y S. Segal (1964). A new clasification of the water-plants communities. *Act. Bot. Neerl*, 13: 367-393.
- Douterelo, I., E. Perona, y P. Mateo (2004). Use of cyanobacteria to assess water quality in running waters. *Environmental Pollution*, 127: 377 – 384.
- Eloranta, P., J. Kwandrans, y E. Kusel-Fetzmann (2011). *Rhodophyceae and Phaeophyceae*. In: Büdel, B., Gartner, G., Krienitz, L. y Schagerl, M. Eds. *Freshwater Flora of Central Europe*. Spektrum. 155 pp.
- Ettl, H. y G. Gärtner (1988). Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. y Mollenhauer, D. (Eds). *Freshwater Flora of Central Europe*. Spektrum. 436 pp.
- Ettl, H., J. Gerloff, y H. Heynig (1978). Xantophyceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. (Eds). *Freshwater Flora of Central Europe*. Spektrum. 530 pp.
- Holmes, N.T.H., J.R. Newman, S. Chadd, K.J. Rouen, L. Saint, y F.H. Dawson (1999). *Mean Trophic Rank: A User's Manual*. Environment Agency. 145pp

- Janauer, G. A. (2002): Water Framework Directive, European Standards and the Assessment of Macrophytes in Lakes: A Methodology for Scientific and Practical Application. *Verh. Zool. Ges. Österreich* 139: 143-147
- John, D.M., B.A. Whitton, y A.J. Brook (eds). (2011). *The freshwater algal flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*. 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge. 878 pp.
- Kadlubowska, J. Z. (1984). *Conjugatophyceae I. Chlorophyta VIII. Zygnemales*. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. y Mollenhauer, D. (Eds). *Freshwater Flora of Central Europe*. Spektrum. 532pp.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis (2005). *Cyanoprokariota. Part 2. Oscillatoriales*. In: Büdel, B., Gartner, G., Krienitz, L. y Schagerl, M. (Eds). *Freshwater Flora of Central Europe*. Spektrum. 759 pp.
- Kuhar, U., M. Germ, A. Gaberscik y G. Urbanic. (2011). Development of a River Macrophyte Index (RMI) for assessing river ecological status. *Limnologica*. 41: 235 – 243.
- Kumano, S. (2002). *Freshwater Red Algae of the World*. Biopress Limited Press, Bristol, England. 375 pp.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Omega. Barcelona. 1009 pp.
- Martínez Mas, J.F., E. Correcher, A. Piñón, M. A. Martínez Muro, y A.M. Pujante (2004). Estudio del estado ecológico de los ríos de la cuenca hidrográfica del Júcar (España) mediante el índice BMWP'. *Limnetica*, 23: 331-346.
- Moreno, J.L., C. Navarro, y J. De las Heras (2006). Propuesta de un índice de vegetación acuática para evaluar el estado trófico de los ríos de Castilla-La Mancha: comparación con otros índices bióticos. *Limnetica*, 25: 821-838.
- Moreno, J.L., J. De las Heras, N. Prat y M. Rieradevall. (2008). Evaluación del estado trófico de tres cuencas interiores de Cataluña (Foix, Besòs y Llobregat) mediante la vegetación acuática: aplicación de un índice trófico (IVAM – FBL). *Limnetica*, 27: 107 – 118.
- Moreno, J.L., L. Monteagudo, y M. Aboal (2013). Morphological description and ecology of some rare macroalgae in south-central Spanish rivers (Castilla La Mancha Region). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 70: 81 – 90.
- Mrozinska, T. (1985). *Chlorophyta VI. Oedogoniophyceae: Oedogoniales*. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. y Mollenhauer, D. (Eds). *Freshwater Flora of Central Europe*. Spektrum. 624 pp.

- Parlamento Europeo de la Unión Europea (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy. *Off. J. Eur. Comm.* 327: 1- 72.
- Ruiz-Jimenez C., G. Martínez, M. Toro y A. Camacho (2011) A review: macrophytes in the assessment of Spanish lakes ecological status under the Water Framework Directive (WFD). *Ambientalia SPI*, (2010 -2011).
- Sánchez Castillo, P., M. Aboal, D. Angeler, A. Asencio Martinez, J. Cambra, y I. Seguí Chapuis (2009). El estudio de las algas filamentosas en la Península Ibérica. *Algas*, 45: 23-25.
- Sass, J.E. (1964). *Botanical Microtechnique*. The Iowa State University Press. Ames.
- Schneider, S. y A. Melzer. (2003). The Trophic Index of Macrophytes (TIM) – a new tool for indicating the trophic state of running waters. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 88: 49 – 67.
- Sheath, R. G. y J. A. Hambrook (1990). Freshwater ecology. In: K. M. Cole y R. G. Sheath (eds). *Biology of the red algae*: 423 – 453. Cambridge University Press, Cambridge.
- Starmach, K. y J. Sieminska (1972). *Flora Slodkowodna Polski: Tom 10: Chlorophyta III. Zieleniceniokowate: Ulothrichales, Ulvales, Prasiolales, Sphaeropleales, Cladophorales, Chaetophorales, Trentepohliales, Siphonales, Dichotomosiphonales*. Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki, Polska. 750 pp.
- Suárez, M.L., A. Mellado, M.M. Sánchez-Montoya, y M.R. Vidal-Abarca (2005) Propuesta de un índice de macrófitos (IM) para evaluar la calidad ecológica de la cuenca del Segura. *Limnetica*, 24: 305-318.
- Thiebaut, G., F. Guérol y S. Muller (2002). Are trophic and diversity indices based on macrophyte communities pertinent tools to monitor water quality? *Water research*, 36: 3602 – 3610.
- Tomás, P., J. L. Moreno, M. Aboal, J. Oscoz, C. Durán, P. Navarro, y A. Elbaile (2013). Distribución y ecología de algunas especies de rodófitos (Rhodophyta) en la cuenca del río Ebro *Limnetica*, 32: 61 – 70.
- Transeau, E. N. (1951). *The Zygnemataceae (fresh – water conjugate algae) with keys for the identification of genera and species, and seven hundred eighty – nine illustrations*. Columbus, O.H. State University Press. 327 pp.
- Wehr, J.D. y R.G. Sheath (eds) (2003). *Freshwater algae of North America. Ecology and classification*. Academic Press. San Diego, CA. 918 pp.
- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems, Third Edition*. Academic Press, San. Diego, CA. 1006 pp.