

BIODIVERSIDAD MICROSCÓPICA EN EL EMBALSE DE LA GRAJERA (LOGROÑO)

ANTONIO GUILLÉN OTERINO¹
ISABEL LÓPEZ DE MUNAIN MARTÍNEZ²

RESUMEN

Este artículo recoge los primeros datos publicados sobre los organismos microscópicos que habitan en el embalse de La Grajera (Logroño). En él se aportan referencias e información de 234 taxones. Un porcentaje mayoritario de las citas señaladas (70%) representan novedades corológicas para el territorio riojano y algunas, también, para la Península Ibérica.

Todas las fotografías que documentan el estudio se han realizado en vivo, empleando diferentes técnicas de observación microscópica y especialmente la microscopía de contraste de interferencia (DIC).

La determinación del material se ha efectuado a partir de la observación microscópica de los caracteres taxonómicos más relevantes, a falta de otros estudios moleculares y genéticos que puedan aportar más datos sobre la filogenia de algunos taxones, fundamentalmente en organismos procariotas y rizópodos.

Todo el conjunto de datos e información que se recoge aquí constituye tan solo una primera aproximación a la vida que no se ve habitualmente y que es extraordinariamente abundante y diversa en este ecosistema eutrófico y singular.

Palabras clave: *vida microscópica, biodiversidad, embalse, La Rioja, España.*

This paper gathers the first published data on the microscopic organisms that live in La Grajera reservoir (Logroño). It provides references and information of 234 taxa. A majority percentage of the citations referred to (70%) represent chorological novelties for the territory of La Rioja, and some of them are also novelties for the Iberian Peninsula.

Registrado el 2 de noviembre de 2016. Aprobado el 2 de diciembre de 2016

1.IES "Escultor Daniel" C/Gonzalo de Berceo 49, Logroño 26005 (La Rioja). E-mail: aguilleno@gmail.com

2. Licenciada en Biología. C/ Ruavieja, 23 SG-1, 2º, Logroño 26001 (La Rioja). E-mail: isalopez80@hotmail.com

All the photographs that document the study had been taken live, using different techniques of microscopic observation and specially the differential interference contrast microscopy (DIC).

The determination of the material has been conducted on the basis of the microscopic observation of the most relevant taxonomic characters in the absence of other molecular and genetic studies that may provide more data on the phylogeny of some taxa, mainly in prokaryotic organisms and rhizopods.

The entire set of data and information that is collected here constitutes only a first approximation to the life which is not usually seen and that is extraordinarily abundant and diverse in this eutrophic and singular ecosystem.

Key words: *microscopic life, biodiversity, reservoir, La Rioja, Spain*

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de ecosistemas acuáticos y de su importancia como reservorio de biodiversidad, pocas veces se repara en que son los seres microscópicos los organismos que sustentan la base de las relaciones tróficas en el medio acuático y en su entorno más próximo, y que por su número y variedad constituyen un tesoro de biodiversidad.

El embalse de la Grajera constituye un enclave emblemático para la ciudad de Logroño, un ecosistema rico en flora y fauna, que, aunque muy alterado por el hombre, permite el acercamiento a la naturaleza más próxima. En el presente trabajo se hace una primera incursión en el seno de toda esta vida oculta que habita en el embalse de la Grajera.

Aunque de origen artificial, el pantano de La Grajera tiene una larga historia, y es precisamente el tiempo transcurrido a lo largo de la misma el que ha ido haciendo que haya evolucionado y madurado y que los diferentes seres vivos que han ido llegando o ya vivían en él, se hayan desarrollado colonizando sus orillas, sus aguas y las de su entorno, o acomodado a los cambios tomando carta de naturalidad. De este modo se ha ido modelando el ecosistema que conocemos hoy con sus características paisajísticas particulares.

El pequeño tamaño de los organismos que la representan es el que hace que con frecuencia pase inadvertido para nosotros, aunque podamos intuir su existencia. El microscopio nos abre la puerta a su descubrimiento y al conocimiento de este universo variado, fascinante y muchas veces desconocido en sus formas, pero sobre todo en sus estrategias de vida. Es todo este universo de seres minúsculos y complejos el que forma parte de los primeros peldaños de la vida que sí somos capaces de advertir directamente con nuestra observación directa.

El poder contribuir a descubrir a través de este estudio un buen número de los seres desconocidos que habitan en él, en sus aguas y en sus fondos y el intentar desentrañar el papel que desempeñan en su medio así como valorar su importancia es un reto al que nos hemos enfrentado a lo largo de la realización de este apasionante trabajo, iniciado tímidamente hace unos años con un grupo de alumnos a través de la galería de “Proyecto Agua”.

El hecho de que muchos de los organismos que se señalan aquí representen las primeras referencias para el territorio de La Rioja e incluso peninsular, no es de extrañar. Son muy escasas las publicaciones relacionadas con la vida microscópica en las aguas de este territorio. Entre esos escasos trabajos cabe destacar el de Zubía, (Zubía, 1921) que en su Flora de la Rioja ya incluye en su catálogo algunas algas filamentosas o el de González-Guerrero, (González-Guerrero, 1926) quien en 1925 hizo una incursión por la Sierra de Cameros recogiendo setenta citas de algas de diferentes grupos en un pequeño artículo. Con una publicación parecida, aunque con menos citas lo hizo Cámara (Cámara, 1949) en las aguas termales de La Rioja Baja; o Avilés y González Ramos (Avilés y González, 1981) quienes en un trabajo de carácter técnico también señalaron cerca de dos decenas de especies para La Rioja. En fechas más recientes diferentes actuaciones vinculadas a los estudios de control realizados por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) aportan también datos de interés, como lo hace algún otro trabajo específico (Ladrera *et al.*, 2016) que estudia la distribución de la diatomea *Didymosphenia geminata* en la Comunidad. Todos ellos junto a las aportaciones realizadas en diferentes puntos de La Rioja, incluido el embalse de La Grajera a través de los proyectos de investigación y divulgación como el “Proyecto Agua” y el de “Biodiversidad Virtual”, permiten tener un conocimiento más preciso de la riqueza biológica que atesoran las aguas en nuestro territorio.

Por todo ello, el objetivo fundamental del trabajo ha sido el hacer una primera incursión en este ecosistema para conocer cuáles son los organismos microscópicos que forman parte de su plancton y bentos.

La observación microscópica in vivo de los caracteres taxonómicos nos ha permitido, además, conocer cómo y dónde se desarrollan muchos microorganismos y en algunos casos también averiguar porqué lo hacen.

2. METODOLOGÍA

Para la realización de la investigación se ha planificado una metodología de muestreo acorde con la finalidad que persigue este estudio, lo que ha implicado el desarrollo de un trabajo de campo, fundamentalmente de observación y muestreo, un trabajo de laboratorio básicamente centrado en el tratamiento de las muestras y la posterior observación y fotografía del

material, y, por último, un trabajo de documentación e investigación para la determinación y el estudio del material.

2.1. El trabajo de campo

Se inició en el mes de diciembre de 2015 con objeto de establecer los puntos de muestreo que, a priori, parecían los más idóneos para obtener un primer registro lo más amplio y variado posible de los organismos microscópicos que viven en este ecosistema acuático. Los muestreos comenzaron a realizarse en esa misma fecha y concluyeron a mediados de agosto de 2016.

2.1.1. Las zonas de muestreo

Casi toda la actividad de recogida de muestras se ha desarrollado en el cuadrante NE del perímetro del embalse en el que el acceso a las orillas de la masa acuática no se ve dificultado por el crecimiento de la vegetación y en el que, en principio, se pueden obtener datos e información en diferentes condiciones ambientales. Estos puntos de muestreo de oeste a este son los siguientes (F. 1):

- A) Zona rocosa situada bajo las instalaciones didácticas y el restaurante.
- B) Zona occidental de la escollera del muro de la presa.
- C) Zona oriental de la escollera del muro de la presa.
- D) Zona de desagüe y acequia bajo el muro de la presa.
- E) Zona de entrada del arroyo Somero al embalse de la Grajera.

De los puntos A, B y C se han extraído muestras que corresponden a plancton y bentos en zonas estables y maduras, en A sobre substrato de limo y en B y C sobre el substrato rocoso de la escollera artificial.

El punto de muestreo D correspondiente a la acequia de desagüe nos ha permitido conocer qué organismos planctónicos se encuentran en las capas más profundas de la zona fótica y la masa algal que crece en los muros de la acequia.

Del punto de muestreo más oriental, E, que corresponde a la entrada del arroyo Somero se han obtenido datos de las comunidades planctónicas y bentónicas a su entrada al embalse y de las características diferenciales de éstas con respecto a las que llevan más tiempo viviendo en el pantano.



Figura 1: Mapa de localización de los puntos de muestreo en el embalse de la Grajera (Logroño)

2.1.2. Las fechas de muestreo

Tal y como se recoge en la tabla 1, se han venido realizando una media de cuatro muestreos al mes a lo largo del periodo en el que se ha desarrollado el trabajo de investigación, número que se ha incrementado hasta diez en los meses estivales en los que se produce un aumento significativo de la productividad del fitoplancton y fitobentos (Tilzer *et Beese*,1988).

2.1.3. Las técnicas de muestreo

En todos los puntos señalados anteriormente la recogida de muestras ha sido doble:

Para el estudio de los organismos presentes en la columna de agua se han recogido directamente 2000 ml de agua en un recipiente esterilizado para análisis. La recogida de agua se ha efectuado en la parte superficial de la columna entre 10 y 70 cm de profundidad con el fin de proceder a la extracción del material biológico vivo mediante filtrado.

Para el estudio de los microorganismos del bentos y de las comunidades bentónicas se ha procedido a tomar directamente en un tarro de cristal agua de la parte superficial de los sedimentos, junto con las algas y diatomeas que se desarrollan sobre el sustrato. A este contenido se ha añadido el material procedente del raspado de las superficie de los fondos rocosos,

Tabla 1: fechas y puntos de muestreo de plancton y bentos en el embalse de la Grajera, 2015-2016.

FECHAS	PUNTOS DE MUESTREO	NÚMERO DE MUESTREOS
XII-2015	B	2
I-2016	B D	1 1
II-2016	B	2
III-2016	B C D	1 1 1
IV-2016	B C	2 2
V-2016	A C D	1 2 1
VI-2016	C E	1 1
VII-2016	A B E C D	2 2 2 2 2
VIII-2016	A B C E C	1 2 1 1 2

muestreo en el que empleamos un cepillo dental para raspar y una jeringa de 100 ml para succionar el contenido (F. 2).



Figura 2: Recogida de muestras de bentos en escollera de la presa y filtrado a vacío de muestras con plancton.

2.2 El trabajo de laboratorio

Se ha centrado en el mantenimiento de las muestras, la extracción de las mismas del material a observar, el montaje de las preparaciones para su observación y la propia observación y estudio microscópico.

2.2.1. El tratamiento de las muestras

Las muestras de bentos, etiquetadas y transportadas para su estudio, se han mantenido vivas en la cámara frigorífica del laboratorio a 8°C hasta el momento de su montaje y observación, que también se ha realizado en vivo.

En el caso de las muestras plancton el procedimiento ha sido el mismo hasta realizar con ellas una concentración por filtrado con trompa de vacío, en una proporción aproximada de 100: 5, sobre un filtro de Millipore de 0,45 mm para finalmente montar y observar el material vivo que ha quedado concentrado en 50 ml de agua para cada muestra (F.2).



Figuras 3 y 4: Montaje de preparaciones microscópicas en vivo y observación. y fotografía de microorganismos con equipo de microscopía de interferencia.

2.2.2. El montaje de las preparaciones

Las muestras con material vivo, tanto las de concentrado con contenido planctónico, como las bentónicas, se han montado siempre directamente sobre un portaobjetos convencional, protegidas con un cubreobjetos de 22x22 mm (F. 3). En uno y otro caso para su montaje se han utilizado micropipetas desechables. El procedimiento de montaje es de extrema sencillez, consiste tan solo en depositar sobre el porta una gota de agua con el contenido a examinar,

teniendo la precaución en el caso de las muestras de plancton de homogeneizar bien el contenido antes del montaje.

2.2.3. *Las técnicas de observación*

Tanto las muestras de plancton como las de bentos han sido observadas siempre en vivo (F.3, 4). La observación en vivo presenta indudables ventajas frente a la que se realiza con el material fijado por métodos convencionales, lugol, líquido de Kew, formol, etc. que con frecuencia queda alterado profundamente impidiendo el reconocimiento de un buen número de organismos que pierden estructuras o sufren drásticos cambios en su morfología (Choi et Stoecker, 1989; Leakey *et al.*, 1994; Stoecker *et al.*, 1994; Montagnes *et al.*, 1994; Mender-Deuer *et al.*, 2001; Zarauz L. et Irigoien, 2008), pero exige un trabajo inmediato para que no se deterioren, y en algunos casos, como en el de las diatomeas, hace más difícil la observación de la ornamentación de los frústulos que se ve dificultada por la opacidad de diferentes contenidos celulares y especialmente los cloroplastos (Acker, *et al.*, 2002). Aun así, las ventajas de la observación directa de la morfología acompañada de algunos procesos vitales como el movimiento o la reproducción son manifiestas.

Para el estudio de las muestras montadas se han utilizado básicamente tres equipos de microscopía directa equipados con cabezal trinocular y sistemas de grabación y digitalización de imágenes:

- a) Leica DMLB equipado con sistema de iluminación de campo claro, campo oscuro, contraste de fase y contraste de interferencia (F. 4).
- b) Leitz DIAPLAN equipado con sistema de iluminación de campo claro, campo oscuro, contraste de fase y fluorescencia.
- c) BIOLAR PI equipado con sistema de iluminación de campo claro, campo oscuro, y contraste de interferencia de Pluta.

La técnica más adecuada para la observación en vivo de los organismos microscópicos acuáticos es la de contraste de interferencia (DIC) (Kemp, 1993; Brierley *et al.*, 2007, Guillén, 2015) que es la que se ha empleado en la mayoría de las ocasiones. Para ello se han utilizado fundamentalmente objetivos de x40 y secundariamente de x20 y x100 de inmersión en aceite.

En el caso de los desmidos, algas verdes y pequeños crustáceos se ha utilizado la técnica de campo oscuro para resaltar contornos y contrastes (F. 10,G).

Para la observación de la estructura de los cloroplastos hemos utilizado objetivos de x20 y x40 en el equipo de epifluorescencia (F. 16).

Para poder estudiar estructuras como cilios, flagelos, pseudópodos y envueltas mucilaginosas hemos utilizado la técnica de contraste de fase con objetivos de x20 y x40 (F. 32, A).

Además de las anotaciones y dibujos, se han realizado 6380 tomas fotográficas de las que se han procesado y seleccionado cerca de 250 para ilustrar este trabajo y documentar los taxones a los que se hace referencia en él.

2.3. Clasificación del material

La determinación del material se ha realizado utilizando bibliografía científica específica para cada uno de los grandes grupos de seres vivos representados en este ecosistema y, aunque se recoge al final de este artículo en el correspondiente apartado, cabe señalar que entre las obras de carácter general se han consultado las siguientes: Bourrelly, 1970; John *et al.*, 2011; Komárek et Fott, 1983; Kudo, 1966; Kützing, 1844; Leidy, 1879; Patterson, 2003; Penard, 1902; Wehr et Sheath, 2003 o West, 1904, entre otras.

También ha resultado fundamental en el trabajo de reconocimiento taxonómico la consulta en las bases de datos de webs especializadas como: “Algaebase”; “Biodiversidad Virtual (Mundo Microscópico)”; “Common Freshwater Diatoms of Britain and Ireland”; “CyanoDB.cz”; “Desmid species (*Desmidiaceae*) in the Netherlands”; “Diatoms of the United States”; “Digicodes. Digital Image Collection of Desmids”; “Microworld, world of amoeboid organisms”; “Protist information server” o “Proyecto agua. Water Project”

Toda la bibliografía y fuentes de documentación han permitido, junto a las observaciones realizadas en vivo, aportar informaciones relativas, no solo a la morfología, sino también a la biología de algunas especies que aparecen reseñadas en este trabajo

3. RESULTADOS

Como resultado del muestreo y estudio realizado entre los meses de diciembre de 2015 y agosto de 2016 se citan, comentan y fotografían por primera vez para el pantano de la Grajera 234 taxones, que hemos agrupado en los siguientes grupos adaptando fundamentalmente los criterios taxonómicos propuestos recientemente para la clasificación de los protistas (Adl *et al.*, 2005; Paw-lowski, et Burki, 2009):

Tabla 2: número de taxones hallados para cada uno de los grupos señalados en el embalse de la Grajera desde diciembre de 2015 hasta agosto de 2016.

GRUPOS	NÚMERO DE TAXONES
BACTERIAS (BACTERIA)	3
CIAOBACTERIAS (CYANOBACTERIA)	21
CLORÓFITAS EXCEPTO CONJUGADAS (CHLOROPHYTA)	32
CONJUGADAS (ZYGNETOMATOPHYCEAE)	23
DIATOMEAS (BACILLAROPHYCEAE)	45
RODÓFITAS (RHODOPHYTA)	1
FLAGELADOS (DINOPHYCEAE, CHRYSOPHYCEAE, EUGLENOZA)	29
CILIADOS (CILIOPHORA)	40
RIZÓPODOS (AMEBOZOA, RHIZARIA)	22
ROTÍFEROS (ROTIFERA)	10
GASTROTRICOS (GASTROTRICHIA)	4
OSTRÁCODOS (OSTRACODA)	2
NEMATODOS (NEMATODA)	2
TOTAL	234

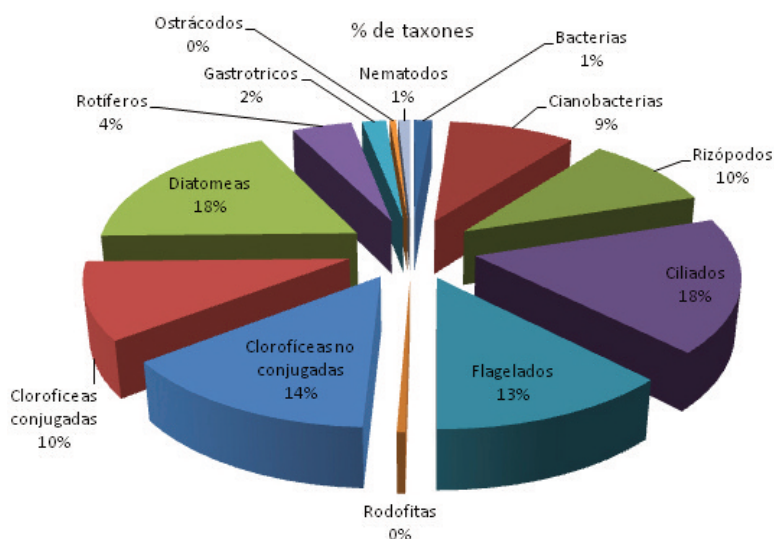


Gráfico 1: Porcentaje de taxones de cada grupo de organismos microscópicos hallados en el embalse de la Grajera en el año 2016.

3.1. Caracterización de la masa acuática

Existen muy pocos datos y documentación acerca de la caracterización ecológica de las aguas del embalse de la Grajera y también son muy escasos los que se refieren a sus características físico químicas y biodiversidad. Los únicos datos publicados relativos a estos aspectos parece ser los que proporcionan dos trabajos de control rutinario encargados por la Confederación Hidrográfica del Ebro en esta última década (CHE 2006; CHE 2012). En ambos se concluye que este embalse, fuertemente antropizado, presenta unas características biológicas y físico químicas propias de un medio eutrófico.

3.1.1. Características físico químicas

Según la clasificación de la CHE, basada en la Directiva Marco del Agua (CHE, 2005) el embalse de la Grajera con una identificación EB0000993 corresponde a una masa de agua de tipología 11: Lago interior en cuenca de sedimentación, cárstico de aportación mixta, y su caracterización ecológica global, siguiendo los criterios estandarizados utilizados en la Directiva Marco del Agua, correspondería netamente a la de un embalse eutrófico.

En cuanto a los principales parámetros tróficos determinados en los estudios efectuados en el 2006 y 2012 habría que referir los siguientes:

Tabla 3: comparativa ente algunos de los valores de los parámetros físico químicos en los años 2006 y 2012 en el embalse de la Grajera. Fuente CHE.

Año	2006	2012
Transparencia	1m	1,03
Temperatura superficial	22°C	23,4°C
pH	6,9	8,2
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	300	375
Oxígeno disuelto (media en la columna de agua) ($\text{mg}/\text{l O}_2$)	5,36	8,2
Fósforo total $\mu\text{g}/\text{l PO}_4$	50	64
Fósforo soluble $\mu\text{g}/\text{l P-PO}_4$	30	5
Nitratos $\text{mg}/\text{l NO}_3$	0,45	0,19
Nitritos $\text{mg}/\text{l NO}_2$	No detectables	<0,005
Clorofila $\mu\text{g}/\text{l}$	34,42	11,94

Muy poca transparencia, elevada turbidez y temperatura, pH casi neutro, alta conductividad y muy baja concentración de oxígeno disuelto, son las principales características físico químicas que definen este medio acuático y que permiten determinar el estado trófico del embalse de la Grajera, que como se señala en los informes de la CHE, se corresponden con los de un embalse eutrófico de estado ecológico deficiente.

3.1.2. Características biológicas

a) El fitoplancton:

Los estudios preliminares a los que nos hemos referido anteriormente señalan para este embalse una elevada biodiversidad de fitoplancton representada por 77 taxones con unos valores de densidad y biovolumen intermedios, densidad y biovolumen que están en consonancia con los de otros medios acuáticos de similares características a éste.

b) El zooplancton:

En cuanto a la determinación del zooplancton, los estudios preliminares solo se centran en rotíferos y crustáceos, obviando el resto de organismos y señalando una elevada densidad (350 individuos/litro) repartidos en 11 especies con un valor muy elevado de biomasa (201 µg/l) que se atribuye a la concentración del copépodo *Acanthocyclops americanus* y secundariamente los rotíferos *Keratella cochlearis tecta* y *Pompholyx sulcata*.

3.2. Relación comentada de los microorganismos hallados

3.2.1. Organismos procariontes

En el ecosistema acuático de la Grajera, los organismos procariontes están muy bien representados en cuanto a presencia numérica. Tanto las bacterias como las cianobacterias constituyen sin duda alguna los seres más abundantes en él. Esta abundancia tiene que ver con el propio medio acuático, idóneo para que puedan desarrollar sus funciones vitales, también la importante carga de nutrientes presentes en el agua, fundamentalmente como materia orgánica en descomposición, y la media de los registros de la temperatura del agua que es alta y que favorece en muchos casos los procesos de reproducción asexual en estos seres.

a) Bacterias:

El grupo de los organismos bacterianos es fácilmente reconocible en las muestras de agua tanto de fondo, sobre diferentes sustratos, como en las

de superficie. Dentro de las formas características de este rico y diversificado grupo de organismos se pueden reconocer formas cocoides, generalmente aisladas, pero también bacilos (F.5, C) y espirilos (F.5, A-B). Estos dos últimos grupos son fácilmente identificables en vivo, tanto por sus formas como por sus rápidos movimientos.

No se han realizado cultivos bacterianos en el laboratorio y la determinación que hemos podido hacer bajo el microscopio es muy vaga y únicamente nos permite diferenciar morfológicamente los grandes grupos señalados anteriormente. El papel que desempeñan en el agua es fundamental pues de estas bacterias depende el reciclado de la materia y el cierre de su ciclo tanto en el medio acuático como en el medio terrestre (Newton, R., J. 2011)

Muchos de los organismos que completan su ciclo vital en el agua, terminan siendo descompuestos por la acción de las bacterias. Las bajas condiciones de oxigenación de las aguas del embalse debido a la elevada carga de organismos presentes en ellas y el predominio de los procesos metabólicos de oxidación, hace que los microorganismos fotosintetizadores no sean capaces de aumentar las concentraciones de oxígeno disuelto.

Cuando cualquier organismo planctónico o bentónico muere, es fácil observar el desarrollo de bacterias descomponedoras en él que degradan de manera aeróbica los compuestos orgánicos cuando esto ocurre cerca de la superficie. En los fondos más profundos, debido al menor aporte de oxígeno de los organismos fotosintéticos y la dificultad de difusión de este gas, es muy probable que se produzcan fenómenos de fermentación anaeróbica que no se manifiestan con evidencias externas (Allgeier *et al.*, 1932).

b) Cianobacterias:

El muestreo de las aguas superficiales, junto con el de las bentónicas, nos ha permitido encontrar y determinar un variado número de taxones de cianobacterias. Todos estos organismos procariotas, de muy variada morfología y repartidos ampliamente en diferentes tipos de hábitat, son fotosintéticos y suelen estar presentes en su conjunto en medios ricos en nutrientes como es el caso de esta masa acuática.

En la zona fótica del embalse, la cianobacteria *Aphanocapsa delicatissima* (F.5, D) es sin duda el taxón más abundante. Su apariencia incolora y su diminuto tamaño, hace que este microorganismo pase prácticamente desapercibido, pese a que puede estar presente en concentraciones cercanas a las 65.000 células/ml con un biovolumen de 0,100mm³/l (CHE, 2006).

En el fitoplancton, *Aphanocapsa* se agrupa en formaciones coloniales cuyas células permanecen unidas por una matriz gelatinosa lo que les permite aumentar la tensión superficial y, consecuentemente, flotar. Aunque las cianobacterias de este género son las más comunes y abundantes en el fitoplancton, se encuentran acompañadas de otras como *Microcystis flos-aquae* también de morfología cocal aunque mucho más escasas, además de diferentes taxones del género *Anabaena* (F.5, G-H; F.6, A-F) que se hacen fácilmente visibles por su coloración verde azulada y por su tamaño notablemente mayor.

El género *Anabaena* da lugar también a formaciones coloniales, en este caso lineares y arrosariadas, unas veces rectas y en otras ocasiones sinuosas, y casi siempre flotantes. Las células de estas cadenas pueden presentar contornos circulares o rectangulares, a veces con una ligera constricción mediana y ocasionalmente el filamento puede estar protegido por una vaina mucilaginoso. A intervalos regulares, las cadenas de *Anabaena* muestran unas células especiales algo más grandes, los “heterocistes”, células perfectamente esféricas que se encargan de fijar el nitrógeno procedente de la atmósfera que se ha disuelto en el agua. De esta forma constituyen uno de los primeros eslabones para la formación de proteínas. Al igual que otras cianobacterias *Anabaena* se defiende de sus posibles depredadores fabricando potentes sustancias neurotóxicas (Sivonen *et Jones*, 1999) –anatoxina, saxitoxina y microcystina– que provocan graves daños en el sistema nervioso, lesiones hepáticas irreversibles o incluso la muerte a los animales que se alimentan directamente de ellas o de algunas plantas con las que puede llegar a establecer simbiosis.

Además del género *Anabaena*, hemos encontrado en el fitoplancton formas flotantes del género *Oscillatoria* como *O. splendida* (F.6, G) y también algún representante del género *Aphanizomenon* (F.6, C). En estos dos casos, las agrupaciones celulares dan lugar a la formación de filamentos prácticamente cilíndricos en los que en ocasiones es difícil apreciar los tabiques celulares.

Muchas cianobacterias pueden vivir como organismos planctónicos, pero un buen número puede hacerlo fijo sobre diferentes sustratos, formando parte de la cubierta de los fondos en aquellas zonas a las que llega la luz. Generalmente estas cianobacterias que se fijan sobre las superficies sumergidas en el embalse de la Grajera son filamentosas y ocasionalmente pueden llegar a formar densas marañas como lo hacen algunos representantes de los géneros *Oscillatoria*, *Cylindrospermum*, *Calothrix* o *Chamaesiphon* (F.6, G).

La relación de los taxones procariotas hallados a lo largo de nuestro trabajo se resume en la siguiente tabla y se muestra también en las figuras 5, 6 y 7.

Tabla 4: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Bacterias y cianobacterias

BACTERIAS	
<i>Spirochaetae 1</i>	Muy común tanto en plancton como entre detritus del fondo (F.5, A).
<i>Spirochaetae 2</i>	Muy común tanto en plancton como entre detritus del fondo (F.5, B).
<i>Bacilos</i>	Muy comunes tanto en plancton como entre detritus del fondo (F.5, C).
CIANOBACTERIAS	
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West et G.S.West	En plancton, es una especie muy común y abundante (F.5, D).
<i>Gloeocapsa montana</i> Kützing	En plancton, es una especie común aunque no abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.5, E).
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	En plancton, es una especie común aunque no abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.5, F).

Tabla 4: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Bacterias y cianobacterias

<i>Anabaena maxima</i> Cronberg <i>et</i> Komárek	En plancton y entre sedimentos, común pero no abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.5, G).
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	En plancton y entre sedimentos, común pero no abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.5, H).
<i>Anabaena aequalis</i> Borge	En plancton y entre sedimentos, común pero no abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.6, A).
<i>Anabaena smithii</i> (Komárek) M.Watanabe	En plancton y entre sedimentos, común pero no abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.6, D).
<i>Anabaena viguieri</i> Denis <i>et</i> Frémy	En plancton y entre sedimentos, común pero no abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.6, B)..
<i>Anabaena</i> sp.1 Bory <i>ex</i> Bornet <i>et</i> Flahault	(F.6, E).
<i>Anabaena</i> sp.2 Bory <i>ex</i> Bornet <i>et</i> Flahault	(F.6, F).
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemmermann	En plancton y entre sedimentos escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.6, C).
<i>Oscillatoria splendida</i> Greville <i>ex</i> Gomont	Entre sedimentos y detritus, común pero no abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.6, G).
<i>Oscillatoria chlorina</i> Kützing <i>ex</i> Gomont	Entre sedimentos y detritus, común pero no abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.6, H).
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh <i>ex</i> Gomont	Entre sedimentos y detritus, común pero no abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.7, A).
<i>Oscillatoria</i> sp.1 Vaucher <i>ex</i> Gomont	(F.7, B).
<i>Oscillatoria</i> sp.2 Vaucher <i>ex</i> Gomont	(F.7, C).
<i>Nodularia</i> Mertens <i>ex</i> Bornet <i>et</i> Flahault	(F.7, D).
<i>Cylindrospermum minutissimum</i> Collins	Entre sedimentos y detritus, no es muy común pero crece masivamente en las zonas en las que aparece, constituye la primera cita para La Rioja (F.7, E).
<i>Chamaesiphon</i> sp A. Braun <i>et</i> Grunow	Entre sedimentos y detritus, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.7, F).
<i>Calothrix parietina</i> Thuret <i>ex</i> Bornet <i>et</i> Flahault	Entre sedimentos y detritus, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.7, G).
<i>Indeterminada</i>	(F.7, H).

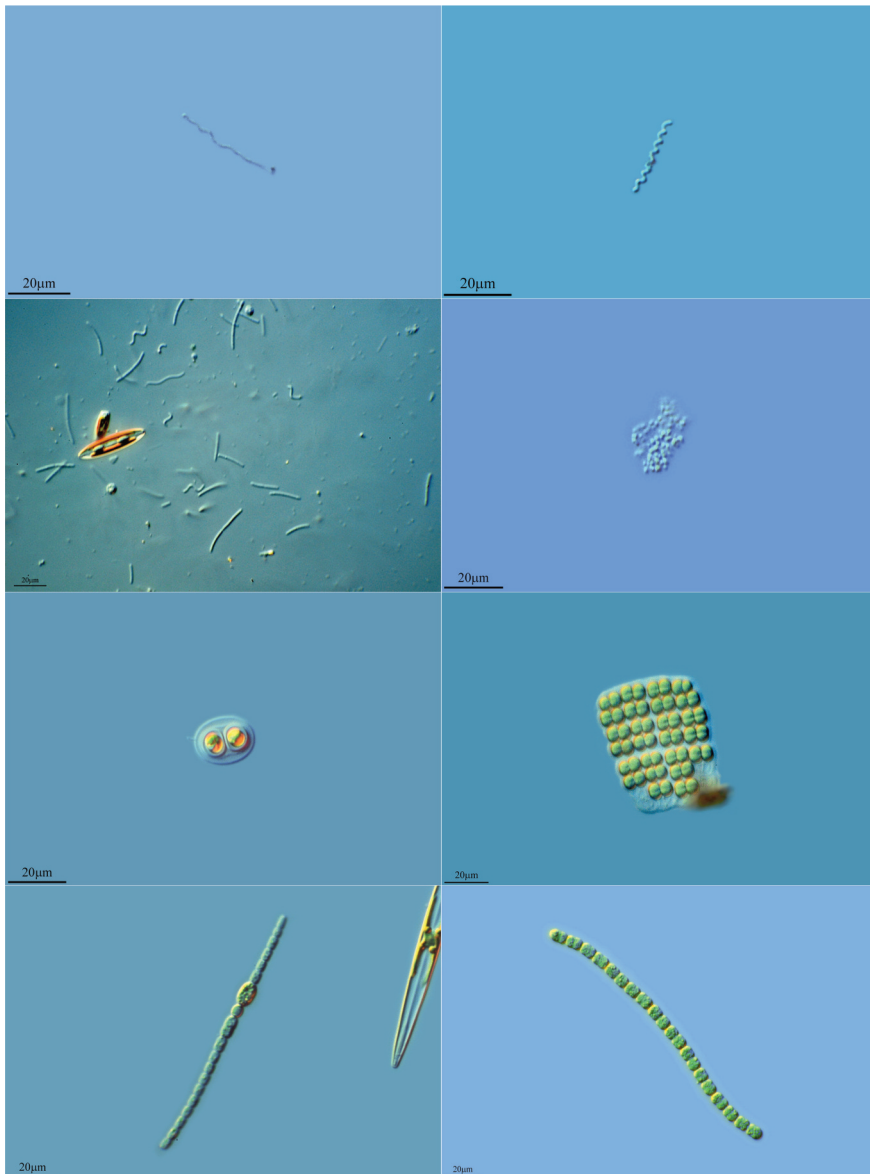


Figura 5, bacterias y cianobacterias: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Spirochaetae*, B-*Spirochaetae*, C-*Bacilos*, D-*Apbanocpasa delicatissima*, E-*Gloeocapsa montana*, F-*Merismopedia glauca*, G-*Anabaena máaxima*, H-*Anabaena constricta*.



Figura 6, cianobacterias: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Anabaena aequalis*, B-*Anabaena viguieri*, C-*Apbanizomenon gracile*, D-*Anabaena smithii*, E-*Anabaena sp.*, F-*Anabena ?*, G- *Oscillatoria splendida*, H-*Oscillatoria chlorina*.



Figura 7, cianobacterias: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Oscillatoria tenuis*, B-*Oscillatoria sp.*, C-*Oscillatoria sp.*, D-*Nodularia sp.*, E-*Cylandrospermum minutissimum*, F-*Chamaesiphon sp.*, G-*Calothrix parietina*, H-*Cyanobacteria indet.*

3.2.2. Organismos eucariotas unicelulares

a) Clorofíceas no conjugadas y rodófitas:

Las algas filamentosas, las agrupaciones cenobiales y las algas unicelulares, exceptuando las clorofíceas conjugadas y las diatomeas, constituyen junto a estos dos últimos grupos la principal biomasa productora en las aguas del embalse. Los organismos fotosintetizadores están en la base de la vida del ecosistema acuático y sustentan todo el entramado de redes tróficas que tiene lugar en él, del mismo modo que las plantas verdes lo hacen en los ecosistemas terrestres. La vida de todos estos seres se desarrolla como organismos flotantes formando parte del fitoplancton en toda la columna de agua hasta donde llega la luz, que en la Grajera alcanza aproximadamente los 2,5 metros de profundidad (CHE 2012), pero también puede encontrarse sobre los fondos poco profundos. En estos fondos próximos a la orilla viven algas filamentosas de diámetro microscópico que al agruparse forman marañas verdosas de poca consistencia que se aprecian a simple vista fijadas sobre rocas y cualquier otro soporte sumergido. Su mayor desarrollo estival está influenciado por el aumento de las temperaturas y la gran concentración de nutrientes presentes en el agua.

Entre las formas filamentosas más comunes, las zonas permanentemente sumergidas permiten el desarrollo de diferentes taxones que conviven junto a otras algas conjugadas como *Spirogyra*, *Mougeotia* o *Zygnema* (F.13). Es destacable la presencia en estos ambientes de diferentes especies de *Microspora* como *Microspora amoena* y *Microspora stagnorum* (F.8, B-C), filamentos de *Klebsormidium nitens* (F.8, D), además de diferentes taxones del género *Oedogonium* (F.8, E-H). Este género que se caracteriza por las estriaciones transversales que presentan sus filamentos en la pared celular entre los tabiques, está representado, al menos, por cuatro taxones, que no han podido ser identificados al carecer de las estructuras reproductoras que constituyen su principal carácter diagnóstico.

Todas las clorofíceas filamentosas, como ya se ha señalado anteriormente, forman agrupaciones interespecíficas que son claramente visibles en el perímetro de todo el embalse, en el muro de la presa, además de presentarse también en la zona de entrada del arroyo Somero y en las canalizaciones de salida.

En los canales de salida del embalse, así como en la entrada del arroyo Somero se desarrollan fuertemente adheridas al substrato formaciones de *Cladophora* (F.9, A), de mayor consistencia, ramificadas, y constituidas por filamentos más gruesos que las de los taxones anteriormente mencionados. Estas formaciones, a pesar de estar expuestas a una intensa corriente, son el hábitat de numerosos protistas, fundamentalmente ciliados y de pequeños metazoos como rotíferos. *Cladophora* se suele desarrollar bien en zonas permanentemente inundadas y sometidas a la corriente y, junto a ella, en las superficies que debido a los cambios de nivel del agua a veces quedan

expuestas al aire, pueden aparecer masas filamentosas de la única alga rodofícea encontrada hasta ahora en la Grajera, *Bangia atropurpurea* (F.8, A) que gracias al fuerte engrosamiento de sus paredes celulares puede resistir sin deshidratarse la exposición al aire durante prolongados periodos de tiempo. Sus formaciones, características por el color ocre oscuro que presentan, se encuentran en la acequia de desagüe del embalse situada junto al punto D de muestreo, y parecen haberse instalado recientemente allí.

Entre las algas verdes que forman parte del plancton, algunas han desarrollado estrategias para flotar y se asocian en agrupaciones cenobiales con ese fin, tal es el caso del género *Pediastrum* (F.10, F-H) cuyas células permanecen unidas en bellísimas estructuras estrelladas que favorecen la flotación del conjunto de individuos al aumentar la tensión superficial. En estos cenobios primitivos existe ya cierta especialización en las funciones y las células radiales de la periferia disponen de dos finos flagelos que permiten además el desplazamiento y el cambio de orientación de la colonia. En agrupaciones de la misma naturaleza, pero con distinta disposición como es el caso de las de *Scenedesmus* (F.9, G-H; F.10, A-B) o *Acutodesmus*, se desarrollan apéndices espinosos simétricamente situados que favorecen también la flotación. Ambos géneros, *Scenedesmus* y *Pediastrum*, representados por un contado número de especies, constituyen las formas de clorofíceas más comunes de entre todas las que no se desplazan de manera activa.

Otras algas como *Crucigeniella* (F.10, C) o *Tetrachlorella* (F.10, D) siguen estrategias similares a *Oocystis* (F.9, B-D), cuyas células suelen permanecer agrupadas tras la división de las células parentales conservando las paredes celulares de las generaciones precedentes, lo que favorece también su flotación.

El grupo de las que de forma individual forman parte del plancton en este embalse, adopta también diferentes estrategias para poder permanecer en la superficie de la columna de agua. Unas lo hacen de forma pasiva rodeándose de una envuelta más o menos gruesa de consistencia gelatinosa siempre menos densa que el agua, como ocurre en *Planktosphaeria gelatinosa* (F.9, E) o en *Elakathotrix gelatinosa* (F.9, F). En el caso de otras algas unicelulares, es el movimiento de sus flagelos lo que facilita que puedan permanecer en suspensión como ocurre con *Phacotus lenticularis* (F.12), una alga volvocal extraordinariamente abundante en estos momentos en la Grajera, y que provista de dos largos y activos flagelos, es capaz de mantenerse nadando en las capas superficiales del agua a pesar de su elevado peso específico.

Phacotus lenticularis vive protegido dentro de un grueso y denso caparazón formado por dos anchas valvas discoidales mineralizadas y constituido fundamentalmente por carbonato cálcico. La gran abundancia de esta clorofícea está relacionada con los elevados niveles de carbonatos y fósforo así como por la elevada temperatura del agua (Schlegel *et al.*, 1998, 2000). En algunos trabajos experimentales se ha sugerido la posibilidad de utilizar a este microorganismo para retirar del agua el exceso de fósforo disuelto en ella, además de los carbonatos (Hepperle *et al.*, 1996). En las analíticas realizadas

por la CHE tanto en el año 2006 como en 2012 no se señala la presencia de este organismo a pesar de su abundancia en la actualidad. Su elevado peso en relación con su tamaño hace que en cuanto esta pequeña alga cesa en su movimiento precipite hacia los fondos. Su intensa actividad y movilidad le permiten permanecer cerca de la superficie donde puede recibir la radiación luminosa que necesita para realizar la fotosíntesis.

Mención especial merece la volvocal *Haematococcus pluvialis* (F.11, F) que suele aparecer tras la lluvia en pequeños charcos y oquedades de la roca en el mismo perímetro del embalse. Estas diminutas algas biflageladas además de poder permanecer en superficie y evitar la desecación gracias al gran desarrollo de la cubierta que las protege, son activas nadadoras y presentan la particularidad de sintetizar un pigmento fotosintético, la astaxantina, un carotenoide con una elevada capacidad antioxidante que parece proteger a estos organismos frente a la exposición prolongada a las radiaciones.

La astaxantina es la responsable de la coloración rosada que presentan algunos crustáceos, a los que llega a través del alimento, bien porque directamente consumen estas algas o porque lo hacen de los rotíferos, que como *Philodina roseola* (F.35, H), se alimentan preferentemente de ellas. De esta manera la astaxantina se reparte desde su origen en estas algas por toda la red trófica, extendiendo las propiedades de la protección frente a las radiaciones solares nocivas a otros organismos fundamentalmente pluricelulares, que de otra forma estarían más expuestos a la influencia negativa de las radiaciones (Yong et Lee, 1991; Fernández Lozano *et al.*, 2015).

Tabla 5: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Rodófitas y clorófitas no conjugadas.

RODÓFITAS	
1. <i>Bangia atropurpurea</i> (Mertens ex Roth) C.Agardh	En muros de acequia de desagüe, constituye la segunda cita de esta especie en la Comunidad (F.9, A).
CLORÓFITAS	
1. <i>Microspora amoena</i>	Sobre rocas de escollera y muros del embalse, primera cita para La Rioja (F.9, B).
2. <i>Microspora stagnorum</i> (Kützting) Rabenhorst	Sobre rocas de escollera y muros del embalse, primera cita para La Rioja (F.9, C).
3. <i>Klebsormidium nitens</i> (Kützting) Lokhorst	Sobre rocas de escollera y muros del embalse, primera cita para La Rioja (F.9, D).
4. <i>Oedogonium 1</i> Link ex Hirn	Sobre rocas de escollera y muros del embalse (F.9, E).
5. <i>Oedogonium 2</i> Link ex Hirn	Sobre rocas de escollera y muros del embalse (F.9, F).
6. <i>Oedogonium 3</i> Link ex Hirn	Sobre rocas de escollera y muros del embalse (F.9, G).
7. <i>Oedogonium 4</i> Link ex Hirn	Sobre rocas de escollera y muros del embalse (F.9, H).
8. <i>Cladophora</i> Kützting	Sobre rocas de escollera y muros del embalse, en muros de acequia de desembocadura (F.9, A).

Tabla 5: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Rodófitas y clorófitas no conjugadas.

9. <i>Oocystis marsonii</i> Lemmermann	En plancton, relativamente común pero no abundante. Primera cita para La Rioja (F.9, B).
10. <i>Oocystis lacustris</i> Chodat	En plancton, relativamente común pero no abundante. (F.9, C).
11. <i>Oocystis</i> sp. Nägeli ex A.Braun	(F.9, D).
12. <i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M.Smith	En plancton, escasa. Primera cita para La Rioja (F.9, E).
13. <i>Elakathotrix gelatinosa</i> Wille	En plancton, escasa (F.9, F).
14. <i>Acutodesmus acutiformis</i> (Schröder) Tsarenko et D.M.John	En plancton, escasa. Primera cita para La Rioja (F.9, G).
15. <i>Scenedesmus bijugatus</i> Kützing	En plancton, abundante (F.9, H).
16. <i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	En plancton, abundante (F.10, A).
17. <i>Scenedesmus granulatus</i> West et G.S.West	En plancton, abundante. (F.10, B).
18. <i>Crucigeniella rectangularis</i> (Nägeli) Komárek	En plancton, abundante. (F.10, C).
19. <i>Tetrachlorella alternans</i> (G.M.Smith) Korshikov	En plancton, abundante. Primera cita para La Rioja (F.10, D).
20. <i>Coelastrum astroideum</i> Coelastrum astroideum	En plancton, escasa. (F.10, E).
21. <i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	En plancton, común (F.10, F).
22. <i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	En plancton, relativamente común pero y abundante (F.11, A).
23. <i>Pediastrum simplex</i> var. <i>duodenarium</i> (J.W.Bailey) Rabenhorst	En plancton, relativamente común pero y abundante (F.10, G).
24. <i>Pediastrum simplex</i> Meyen	En plancton, relativamente común y abundante. (F.10, H).
25. <i>Pediastrum</i> Meyen	(F.11, B).
26. <i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	En plancton, relativamente común y abundante (F.11, C).
27. <i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	En plancton, escasa (F.11, D).
28. <i>Lagerheimia quadriseta</i> (Lemmermann) G.M.Smith	En plancton, relativamente común y abundante. Primera cita para La Rioja (F.11, E).
29. <i>Phacotus lenticularis</i> (Ehrenberg) Deising	En plancton, extraordinariamente abundante. Primera cita para La Rioja (F.20).
30. <i>Haematococcus pluvialis</i> Flotow	En pequeños charcos y oquedades de roca. Primera cita para La Rioja (F.11, F).
31. <i>Boryococcus braunii</i> Kützing Yardley Chase	En plancton, relativamente común y abundante, (F.11, G).
32. <i>Desconocida</i>	(F.11, H).



Figura 8, rodófitas y clorófitas filamentosas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Bangia atropurpurea*, B-*Microspora amoena*, C-*Microspora stagnorum*, D-*Klebsormidium nitens*, E-*Oedogonium sp.1*, F-*Oedogonium sp.2*, G-*Oedogonium sp.3*, H-*Oedogonium sp.4*.

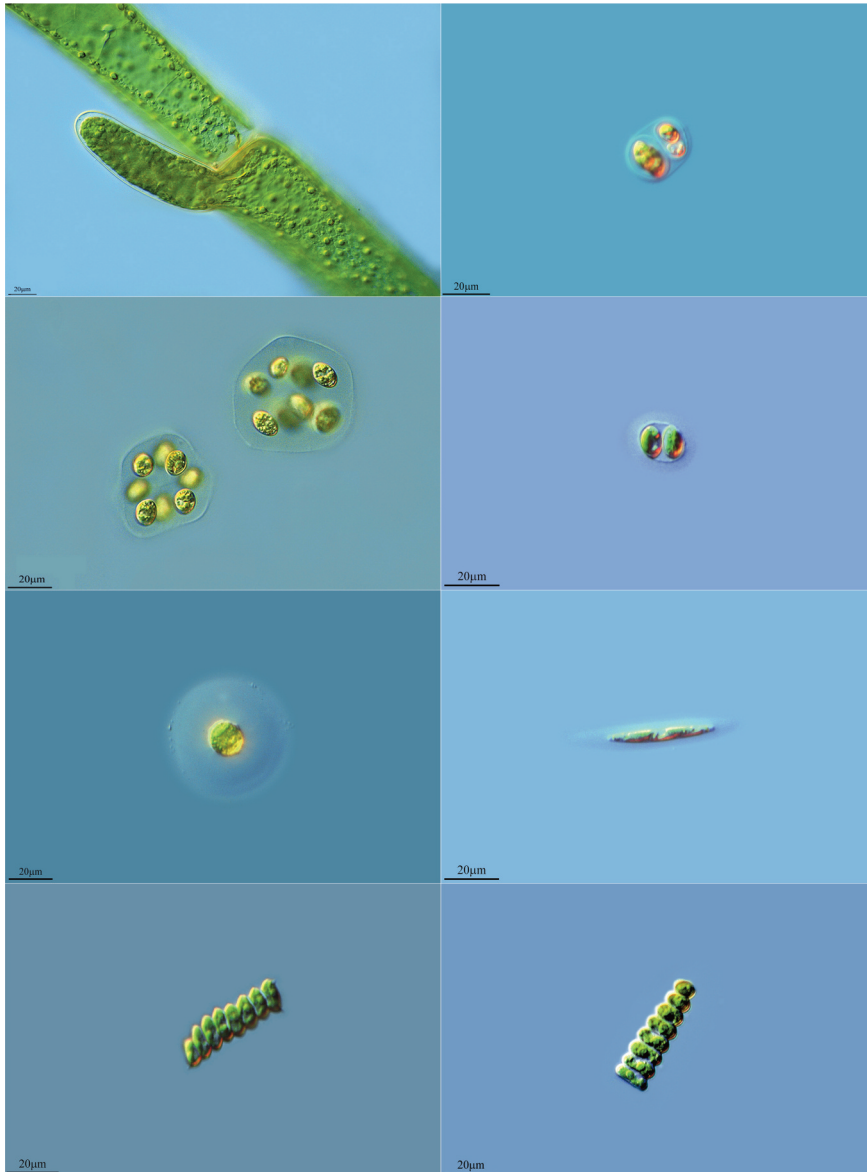


Figura 9, clorófitas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Cladophora* sp., B-*Oocystis marsonii*, C-*Oocystis lacustris*, D-*Oocystis* sp., E-*Planktosphaeria gelatinosa*, F-*Elakatotrix gelatinosa*, G-*Acutodesmus acutiformis*, H- *Scenedesmus bijugatus*.

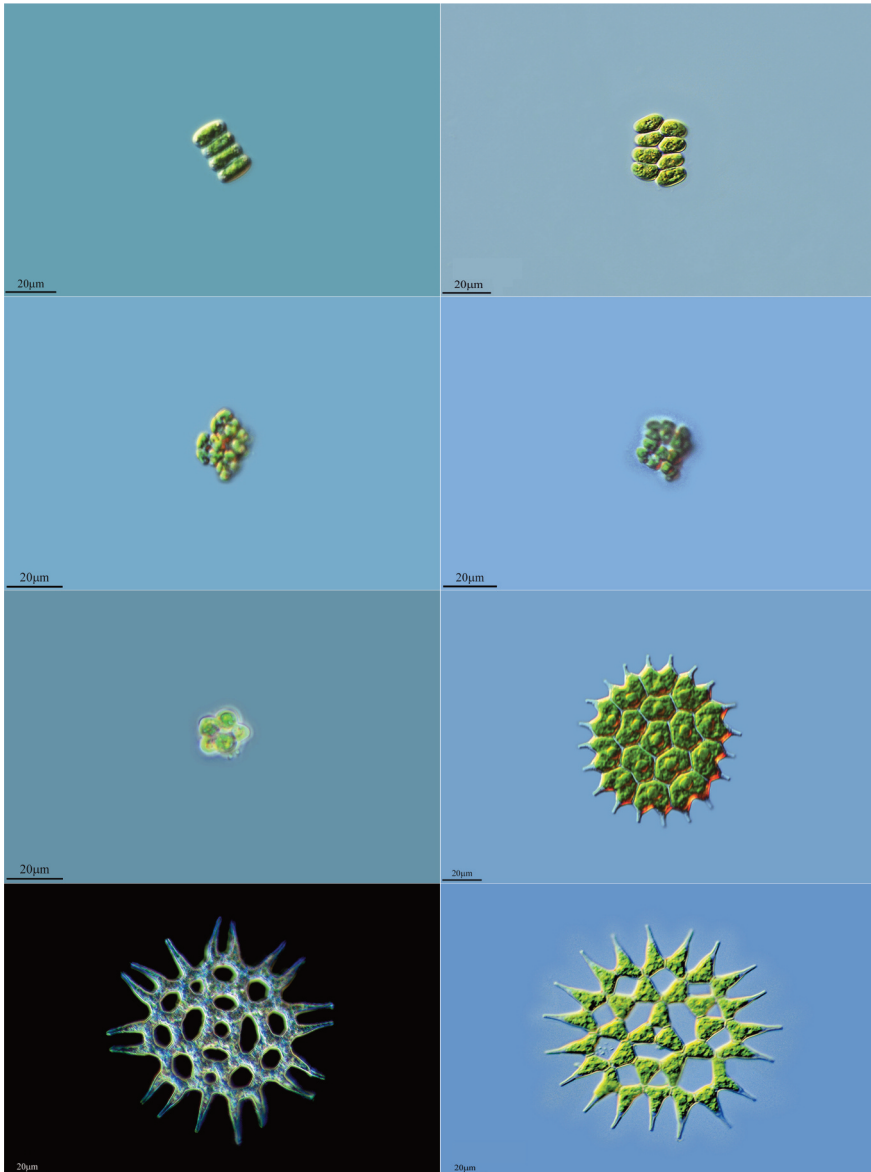


Figura 10, clorófitas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Scenedesmus ellipticus*, B-*Scenedesmus granulatus*, C-*Crucigeniella rectangularis*, D-*Tetrachlorella alternans*, E-*Coelastrum astroideum*, F-*Pediatrum boryanum*, G-*Pediatrum simplex, var. duodenarium*, H-*Pediatrum simplex*.

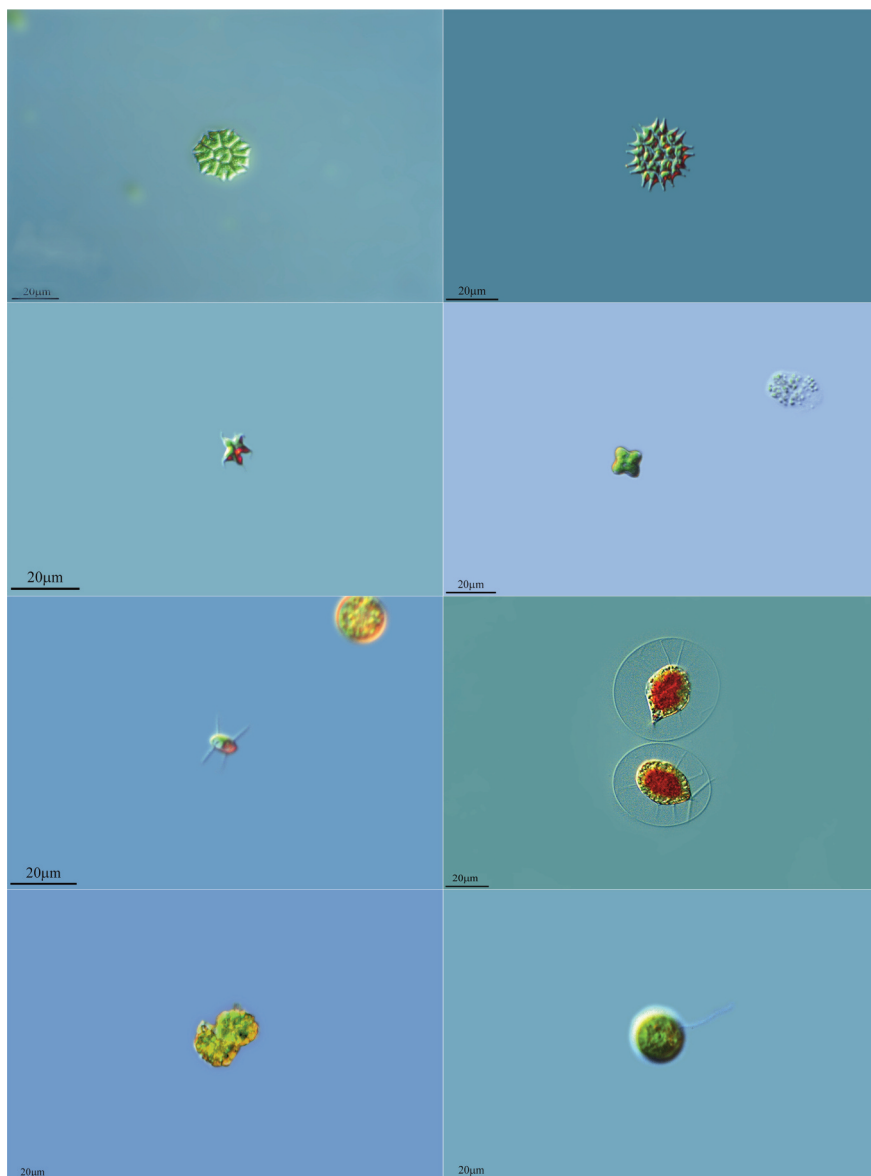


Figura 11, clorófitas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A- *Pediastrum tetrax*, B- *Pediastrum sp.*, C- *Tetraedron caudatum*, D- *Tetraedron simplex*, E- *Lagerbeimia quadriseta*, F- *Haematococcus pluvialis*, G- *Botryococcus braunii*, H- *Indeterm.*

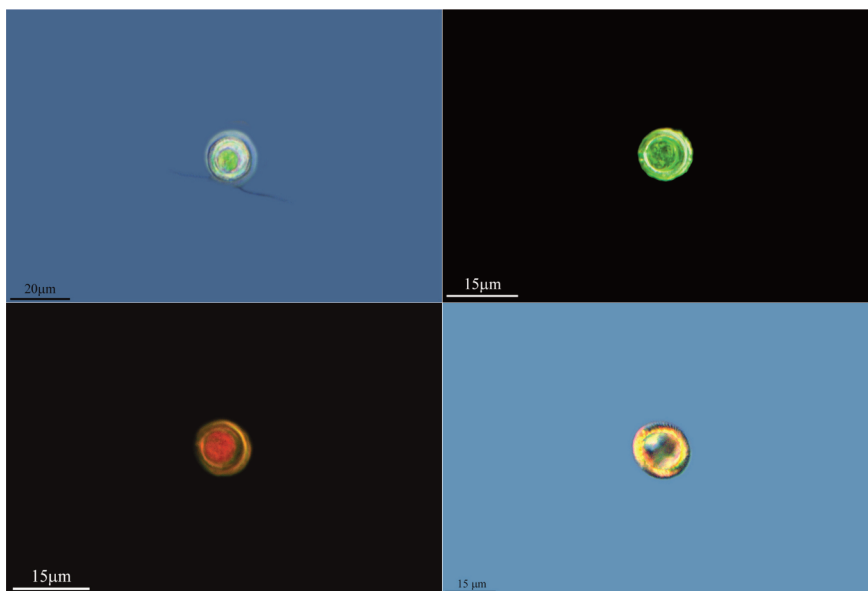


Figura 12: *Phacotus lenticularis* ha sido una de las clorofíceas más abundantes en las aguas del embalse durante el verano de 2016. Imágenes obtenidas con cuatro técnicas de observación diferentes, de izquierda a derecha y de arriba abajo: contraste de fase, campo oscuro, epifluorescencia y contraste de interferencia.

b) Clorofíceas conjugadas:

La representación de las clorofíceas conjugadas en el embalse de la Grajera llega al 10% de todos los taxones que se han hallado en él en este estudio. Una cuarta parte de todas estas algas corresponde a las formas filamentosas que se desarrollan sumergidas en zonas inundadas, fundamentalmente sobre rocas, pero también sobre la superficie de plantas acuáticas, tallos y ramas hundidas.

Dentro de este grupo de algas, sin duda la de mayor presencia, corresponde a *Spirogyra* (F.13, D-F) que al menos está representada por tres taxones que presentan un cloroplasto, dos cloroplastos y cuatro cloroplastos respectivamente. No se ha podido llevar a cabo una determinación más precisa ante la falta de las zigosporas que son los elementos fundamentales que permiten realizar una completa identificación.

Entre las formaciones filamentosas de *Spirogyra* se desarrollan también otras algas conjugadas como *Mougeotia* (F.13, A-B) o *Zygnema* (F.13, C) a las que se añaden otros filamentos de algas no conjugadas como *Oedogonium* (F.8, E-H). Todas estas algas en su hábitat forman un denso entramado entre el que habitan numerosos microorganismos, desde cianobacterias coales o filamentosas a diatomeas, désmidos, ciliados, rizópodos, rotíferos y pequeños crustáceos, y constituyen comunidades de gran riqueza biológica, que sirven de soporte para el desarrollo de larvas de algunos insectos así como

fuente de alimentación de crustáceos y peces, e incluso de algunas aves.

Las algas conjugadas no filamentosas halladas en la Grajera se incluyen en el grupo de los désmidos, algas de simetría bilateral en las que una de las mitades se muestra como reflejo especular de la otra. Generalmente el plano de unión de las dos mitades coincide con una estrecha hendidura que las separa, el itsmo, en cuyo interior se sitúa el núcleo casi siempre centrado en el plano medio que marca una estrecha constricción.

Cuando las condiciones del medio son favorables, los désmidos se reproducen asexualmente por bipartición partiéndose en dos por el itsmo. Cada mitad resultante reconstruye la mitad que ha perdido después de la fragmentación y en poco tiempo se recupera la simetría tras la reconstrucción de la mitad perdida.

En condiciones desfavorables la reproducción de los désmidos suele ser sexual, se aproximan dos ejemplares, se unen por la parte central, disuelven sus paredes celulares y se fusionan los núcleos para formar posteriormente una estructura de resistencia muy particular: la zigospora, que germinará cuando las condiciones del medio sean las más favorables.

Los taxones de désmidos con una mayor representación en la Grajera se incluyen fundamentalmente en tres géneros, *Closterium*, *Cosmarium* y *Staurastrum* (F.14; F. 15).

Closterium (F.14, A-D) constituye un género fácilmente reconocible por su contorno en forma de media luna. Los taxones presentes en la Grajera viven sobre fondos poco profundos y están representados por cuatro especies que son claros bioindicadores de aguas eutróficas, *Closterium moniliforme* (F.14, A) y *Closterium acerosum* (F.14, B) se encuentran entre las formas que dentro de este género alcanzan una mayor talla, mientras que *Closterium leibleinii* (F.14, D) y *Closterium acutum* (F.14, C) tienen unas dimensiones medias y en ningún caso alcanzan las 200 μm de longitud. De las cuatro especies señaladas, las tres primeras viven sobre los fondos poco profundos, generalmente sobre detritus o entre los filamentos de las algas que se desarrollan junto a las orillas.

Entre los ocho taxones hallados pertenecientes al género *Cosmarium* (F.14; F.15), la mitad de ellos son de pequeña talla y pueden formar parte del plancton junto a las clorofíceas no conjugadas a las que se hacía mención en el anterior apartado. Los désmidos de pequeña talla constituyen una importante fuente de alimentación de ciliados como *Frontonia* (F.27, A) o *Stentor* (F.28, H), rizópodos como *Amoeba* y *Mayorella* (F.32, A-F) y en ocasiones de rotíferos y pequeños crustáceos.

Entre los désmidos planctónicos más comunes en la Grajera, *Staurastrum anatinum* (F.15, H), *Staurastrum paradoxum* (F.15, F) y *Staurastrum gracile* (F.15, G) son las algas mejor representadas. Las prolongadas expansiones celulares de su contorno en todas las especies de este género facilitan la flotación al aumentar la tensión superficial, además de servir de protección frente al ataque de depredadores potenciales como rotíferos y crustáceos.

Tabla 6: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Clorófitas conjugadas

TABLA 6: LISTADO DE TAXONES EN EL EMBALSE DE LA GRAJERA, 2016. CLORÓFITAS CONJUGADAS	
1. <i>Mougeotia viridis</i> (Kützinger) Wittrock	Sobre rocas de escollera y muros del embalse. Citada ya para La Rioja por Zubía, constituye ésta la segunda cita para La Rioja (F.13, A).
2. <i>Mougeotia</i> sp. C.Agardh	Sobre rocas de escollera y muros del embalse (F.13, B).
3. <i>Zygnema</i> C.Agardh	Sobre rocas de escollera y muros del embalse (F.13, C).
4. <i>Spirogyra</i> sp.1 Link	Sobre rocas de escollera y muros del embalse (F.13, D).
5. <i>Spirogyra</i> sp.2 Link	Sobre rocas de escollera y muros del embalse (F.13, E).
6. <i>Spirogyra</i> sp.3 Link	Sobre rocas de escollera y muros del embalse (F.13, F).
7. <i>Closterium moniliforme</i> (Bory De Saint Vincent) Ehrenberg	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.14, A).
8. <i>Closterium acerosum</i> Ehrenberg ex Ralfs	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, (F.14, B).
9. <i>Closterium acutum</i> Brébisson in Ralfs	En plancton, común pero no abundante, (F.14, C).
10. <i>Closterium leibleinii</i> Kützinger ex Ralfs	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.14, D).
11. <i>Cosmarium berryense</i> Kouwets	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.14, E).
12. <i>Cosmarium subcostatum</i> Nordstedt in Nordstedt et Wittrock	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.14, F).
13. <i>Cosmarium pusillum</i> (Brébisson) W.Archer in Pritchard	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.14, G).
14. <i>Cosmarium coronatum</i> Cooke et Wills in Cooke	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.14, H).
15. <i>Cosmarium quadratum</i> Ralfs ex Ralfs	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.15, A).
16. <i>Cosmarium logiense</i> Bissett	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.15, B).
17. <i>Cosmarium biretum</i> Brébisson ex Ralfs	En plancton, especie muy escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.15, C; F.16, A).
18. <i>Cosmarium</i> sp. Corda ex Ralfs	(F.15, D).
19. <i>Actinotaenium curtum</i> (Brébisson ex Ralfs) Teiling.	En fondos poco profundos, muy escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.15, E).
20. <i>Staurastrum anatinum</i> Cooke et Wills	En plancton relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.15, H).
21. <i>Staurastrum gracile</i> Ralfs ex Ralfs	En plancton relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.15, G).

Tabla 6: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Clorófitas conjugadas

<p>22. <i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen ex Ralfs</p>	<p>En plancton relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.15, F).</p>
<p>23. <i>Pleurotaenium trabecula</i> Nägeli</p>	<p>En fondos poco profundos, muy escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.16, B).</p>

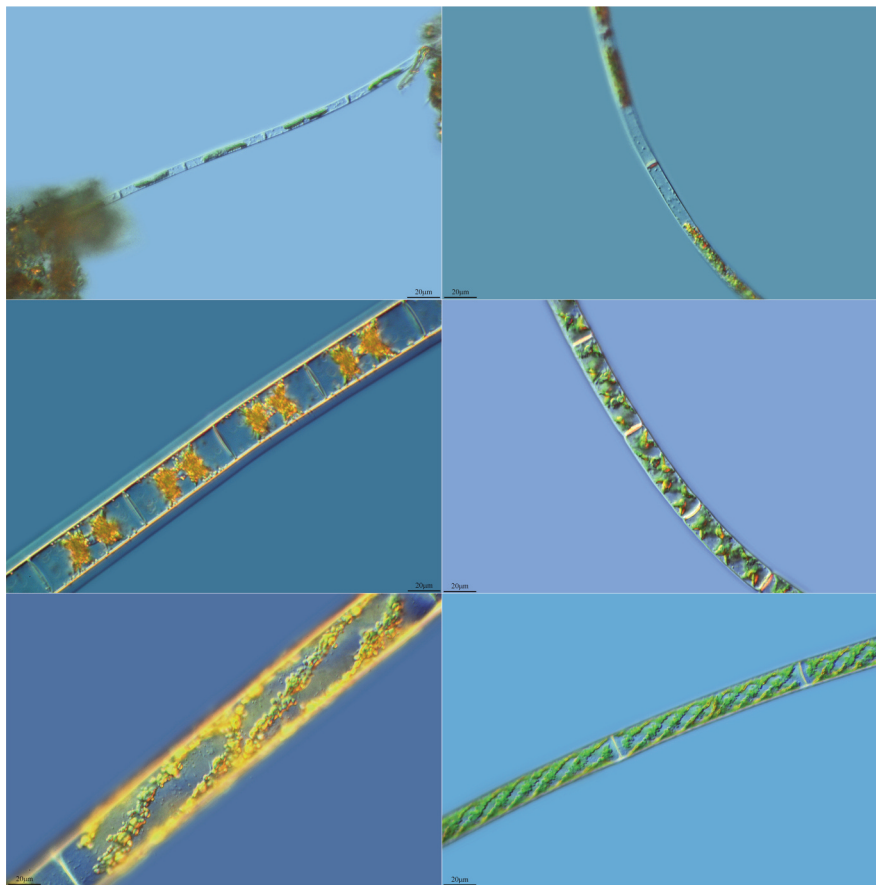


Figura 13, clorófitas conjugadas filamentosas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Mougeotia viridis*, B-*Mougeotia* sp., C-*Zygnema* sp., D-*Spirogyra*, sp. 1, E-*Spirogyra*, sp. 2, F-*Spirogyra*, sp. 3.



Figura 14, désmidos: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Closterium moniliforme*, B-*Closterium acerosum*, C-*Closterium acutum*, D-*Closterium leibleinii*, E-*Cosmarium berryense*, F-*Cosmarium subcostatum*, G-*Cosmarium pusillum*, H-*Cosmarium coronatum*.



Figura 15, désmidos: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Cosmarium quadratum*, B-*Cosmarium logiense*, C-*Cosmarium biretum*, D-*Cosmarium sp.*, E-*Actinotaenium curtum*, F-*Staurastrum paradoxum*, G-*Staurastrum gracile*, H-*Staurastrum anatinum*.

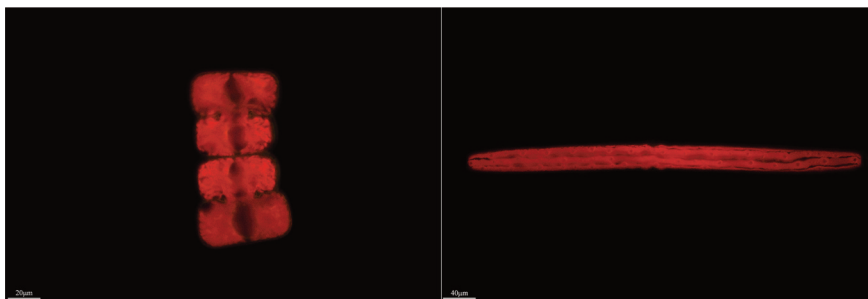


Figura 16: aspecto de los cloroplastos en *Cosmarium biretum* y en *Pleurotaenium trabecula* (microscopía de epifluorescencia)

c) Diatomeas:

Las diatomeas constituyen el grupo de algas mejor representado en la Grajera. Los 46 taxones hallados en el transcurso de este trabajo suponen cerca del 20% del total de los encontrados en su realización. Casi todas ellas representan novedades corológicas para La Rioja teniendo en cuenta que son muy escasos los trabajos referidos a este grupo de organismos y que los más recientes o se han centrado en la distribución de una especie como *Didymosphenia geminata* (Ladrera *et al.*, 2016) o se han ocupado de toda la cuenca del Ebro y se refieren de manera genérica a la presencia o ausencia de las diferentes especies en toda la zona (Cambra. et Ortíz-Lerín, 2005).

Incluidas en la Clase *Bacillariophyceae*, las diatomeas son algas unicelulares muy evolucionadas y cuya aparición en las aguas del planeta es relativamente reciente; se estima que lo hicieron en el Jurásico medio o temprano hace aproximadamente unos 200 millones de años. Además de una composición de pigmentos diferenciada respecto a la de otros grupos de algas debido a la presencia de clorofilas a, c1 y c2 y pigmentos tales como β -caroteno, fucoxantina, diatoxantina y diadinoxantina, almacenan sus reservas en forma de aceites y/o glúcidos, que además de constituir una fuente de energía en periodos de escasez de nutrientes, favorecen su flotabilidad.

Pero quizá la particularidad más destacable de estas algas es la posesión de una cubierta de sílice transparente a modo de pared celular. Dicha cubierta está formada por dos piezas que encajan como la base y la tapa de una caja: los frústulos. La superficie de los frústulos presenta una ornamentación característica para cada especie y dicha ornamentación se puede observar con mayor facilidad en los ejemplares muertos o en los digeridos mediante diferentes técnicas de laboratorio, con el objeto de observar los detalles microscópicos que facilitan su determinación (Hasle *et al.*, 1970).

Las determinaciones realizadas para este trabajo se han llevado a cabo sobre material vivo y particularmente en los géneros *Navicula* (F.19) o *Nitzschia* (F.17), podrían ser más precisas en algunos casos concretos si se hubiesen sometido a un tratamiento de digestión.

Un buen número de las diatomeas halladas en la Grajera son bentónicas y de vida libre y viven sobre los fondos. Entre ellas cabe destacar *Amphipleura pellucida* (F.17, A), *Ephytemia argus* (F.17, D), *Ephytemia sorex* (F.17, H), *Rhopalodia gibba* (F.20, C) o *Surirella biseriata* (F.21, G). Todas ellas habitan sobre el limo, la superficie de las rocas del fondo cerca de la orilla o entre las algas filamentosas. *Ellerbeckia arenaria* (F.22, D) precisamente forma en los fondos cortos filamentos cilíndricos al unirse uno tras otro los individuos que dan lugar a estas estructuras.

Otras diatomeas bentónicas para no ser arrastradas por corrientes se fijan al sustrato sobre el que viven a través de tallos mucilaginosos tal y como lo hace *Gomphonema truncatum* (F.22, A-B) y algunas especies de *Achnanthyidium* (F.21, H) o se desarrollan dentro de tubos mucilaginosos transparentes. Así lo hace, por ejemplo una de las diatomeas bentónicas presentes en este embalse, *Encyonema prostratum* (F.19, H).

La gran mayoría de los taxones encontrados en la Grajera, son, sin embargo planctónicos y para poder flotar o situarse en las zonas superiores de la columna de agua adoptan diferentes estrategias. Así por ejemplo *Asterionella formosa* (F.17, E) construye agrupaciones coloniales estrelladas al unirse los extremos anteriores de varios individuos hasta construir un círculo que se abre en estrella hacia la periferia. Estas agrupaciones son flotantes y permanecen en el plancton gracias a la mayor tensión superficial del conjunto que la que presentarían las células aisladas.

En otras ocasiones la flotación se consigue por la unión de individuos en zigzag como ocurre con *Diatoma vulgare* (F.17, C) o *Diatoma elongata* (F.17, B), o bien por la unión de una serie de diatomeas de frústulos casi lineares como ocurre en *Fragilaria* (F.18, G).

Diatomeas de vida libre como *Navicula* o *Nitzschia* (F.18; F.19), flotan gracias a la acumulación en el interior de la célula de diminutas gotitas de lípidos o de azúcares que presentan menor densidad que la del agua. Estas diatomeas, que generalmente tiene un contorno simétrico desde linear a anchamente lanceolado, se pueden desplazar por las capas superficiales de la columna de agua gracias a un mecanismo de propulsión muy generalizado: la expulsión desde el interior del protoplasto y a través del rafe de líquidos internos ricos en azúcares procedentes del metabolismo celular, que impulsan a reacción a estos diminutos navíos de cristal (Martens, 1940; Harper, 1977).

Buena parte de las diatomeas encontradas son bioindicadoras de aguas cargadas de nutrientes, tal es el caso de *Asterionella formosa* (F.17, E) (Lund, 1950; Tilman, et Kilham, 1976) o varias especies de *Navicula* y *Nitzschia* (F.18; F. 19). Otras, sin embargo, son indicadoras de aguas salobres como *Entomoneis alata* (F.22, C) o *Diatoma elongata* (F.17, B).

Todas ellas realizan la fotosíntesis, fijan parte del silicio presente en el agua y constituyen la fuente de alimentación de muchos organismos filtradores o de otros depredadores que como algunos ciliados, rizópodos, rotíferos o crustáceos encuentran en ellas una importante fuente de alimento.

Tabla 7: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Diatomeas.

1. <i>Amphipleura pellucida</i> Kützing	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.17, A).
2. <i>Diatoma elongata</i> (Lyngbye) C.Agardh	En zonas inundadas y salitrosas de fondos poco profundos, ocasionalmente muy abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.17, B).
3. <i>Diatoma vulgare</i> Bory	En plancton, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.17, C).
4. <i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt in A.Schmidt	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa en este embalse.
5. <i>Entomonicus alata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	En zonas inundadas y salitrosas de fondos poco profundos, común en este tipo de ambientes, constituye la primera cita para La Rioja (F.22, C).
6. <i>Ephythemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.17, D).
7. <i>Ephythemia sorex</i> Kützing	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.17, H).
8. <i>Asterionella formosa</i> Hassall	Especie planctónica relativamente común, pero no muy abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.17, E).
9. <i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.17, F).
10. <i>Nitzschia brevissima</i> Grunow in Van Heurck	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.17, G).
11. <i>Nitzschia sinuata</i> (Thwaites) Grunow in Cleve et Grunow	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, muy escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.18, A).
12. <i>Nitzschia obrusa</i> W.Smith	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.18, B).
13. <i>Nitzschia sigmoides</i> (Nitzsch) W.Smith	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.18, C).
14. <i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.18, D).
15. <i>Nitzschia palea</i> (Nitzsch) W.Smith	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.18, E).
16. <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.18, F).
17. <i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.18, G).
18. <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.18, H).
19. <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, no muy común, constituye la primera cita para La Rioja (F.19, A).
20. <i>Navicula gregaria</i> Donkin	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.19, B).
21. <i>Navicula vulpina</i> Kützing	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.19, G).

Tabla 7: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Diatomeas.

22. <i>Navicula festiva</i> Krasske	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.19, C).
23. <i>Navicula gracilis</i> Ehrenberg	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.19, D).
24. <i>Navicula radiosa</i> Kützing	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.19, E).
25. <i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.19, F).
26. <i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing	Entre filamentos de algas verdes y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.19, H).
27. <i>Cymbella excisa</i> Kützing	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.20, F).
28. <i>Cymbella parva</i> (W.Smith) Kirchner	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.20, G).
29. <i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.20, H).
30. <i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.20, A).
31. <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	En plancton y entre sedimentos de fondos poco profundos, muy escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.20, B).
32. <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.20, C).
33. <i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg	En fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.20, D).
34. <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.20, E).
35. <i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.21, A).
36. <i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común (F.21, B).
37. <i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.21, C).
38. <i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.21, D).
39. <i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja.
40. <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.21, E).
41. <i>Swirella biseriata</i> Brébisson in Brébisson et Godey	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, muy escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.21, F).

Tabla 7: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Diatomeas.

42. <i>Achnanthyidium lineare</i> W.Smith	Sobre diferentes soportes en fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.21, H).
43. <i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	Sobre diferentes soportes en fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.22, A-B).
44. <i>Ellerbeckia arenaria</i> (G.Moore ex Ralfs) R.M.Crawford	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.22, D).
45. <i>Stephanodiscus neoastraea</i> Håkansson et Hickel	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.22, E).
46. <i>Cyclotephanos dubius</i> (Hustedt) Round in Theriot et al.	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.22, F).

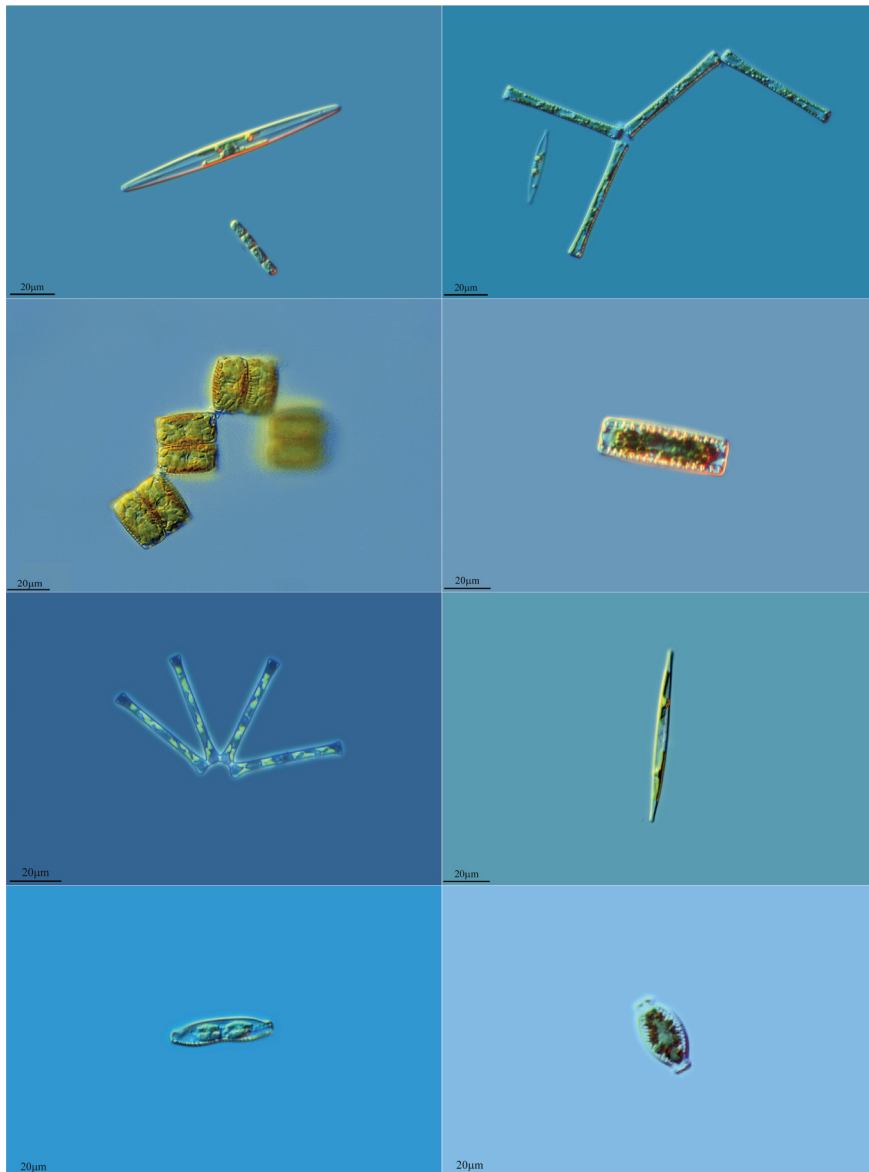


Figura 17, diatomeas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Amphipleura pellucida*., B-*Diatoma elongata*, C-*Diatoma vulgaris*, D-*Epitythemia argus*, E-*Asterionella formosa*, F-*Nitzschia dissipata*., G-*Nitzschia brevissima*, H-*Epitythemia sorex*.



Figura 18, diatomeas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Nitzschia sinuata*, B-*Nitzschia obtusa*, C-*Nitzschia sigmoidea*, D-*Nitzschia linearis*, E-*Nitzschia palea*, F-*Nitzschia amphibia*, G-*Fragilaria tenera*, H-*Fragilaria crotonensis*.



Figura 19, diatomeas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A- *Navicula cryptocephala*, B- *Navicula gregaria* (centro), C-*Navicula festiva*, D-*Navicula gracilis*, E-*Navicula radiosa*, F-*Stauronema anceps*, G-*Navicula vulpina*, H-*Encyonema prostratum*.



Figura 20, diatomeas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Amphora ovalis*, B-*Synedra ulna*, C-*Rhopalodia gibba*, D-*Cocconeis lineata*, E-*Cocconeis placentula*, F-*Cymbella excisa*, G-*Cymbella parva*, H-*Cymbella tumida*.

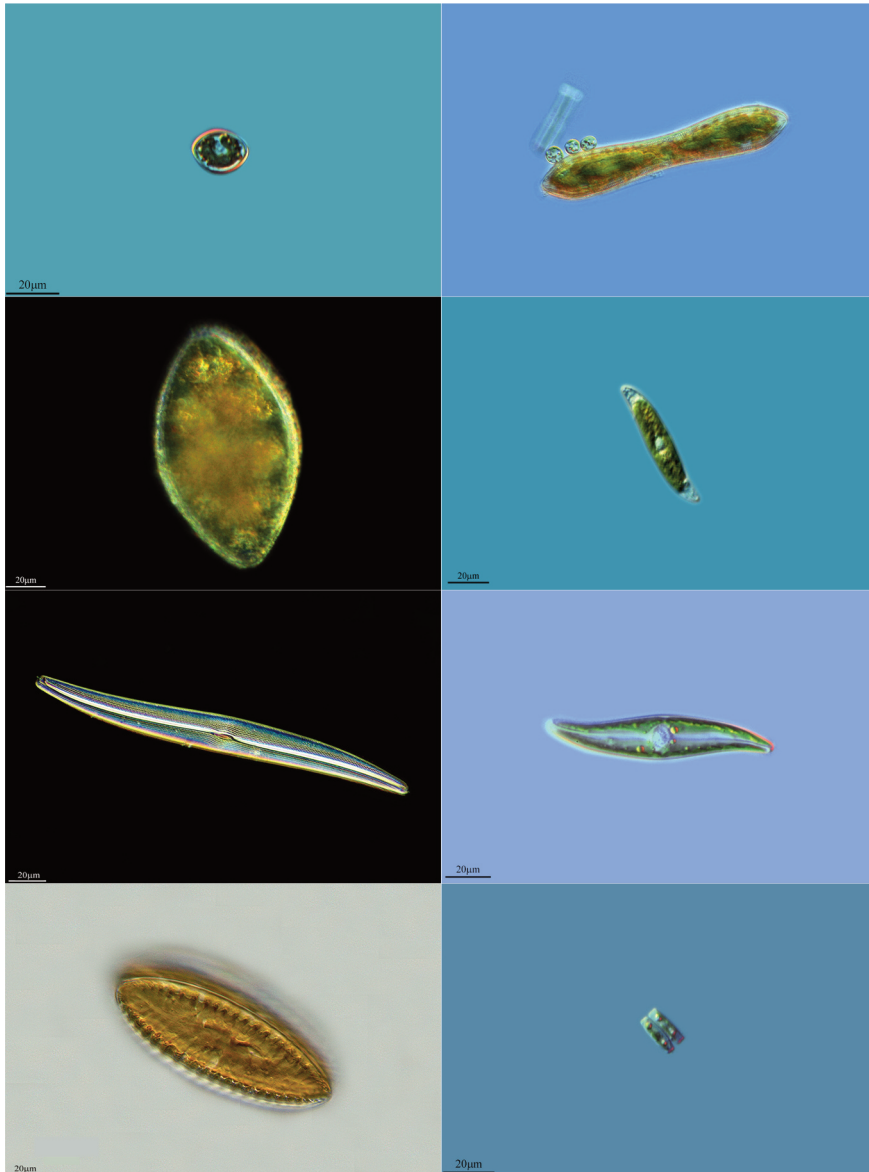


Figura 21, diatomeas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Cocconeis pediculus*, B-*Cymatopleura solea*, C-*Cymatopleura elliptica*, D-*Gyrosigma scalproides*, E-*Gyrosigma attenuatum*, F-*Gyrosigma acuminatum*, G-*Surirella biseriata*, H-*Achnanthidium lineare*.

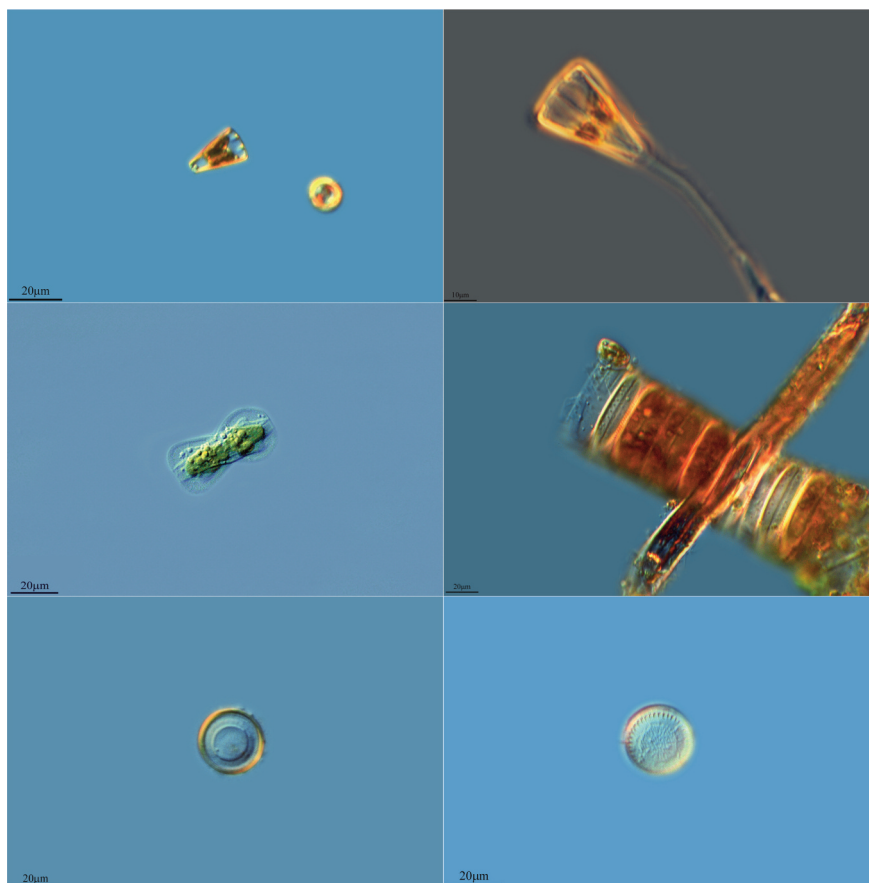


Figura 22, diatomeas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Gomphonema truncatum*, B-*Gomphonema truncatum*, C-*Amphiphrora alata*, D-*Ellerbeckia arenaria*, E-*Stephanodiscus neoastraea*, E-*Cyclostephanos dubius*.

d) Protistas flagelados:

Agrupamos bajo este apartado a un grupo heterogéneo de organismos de aspecto y origen muy variado y de posición taxonómica muy dispar, en ocasiones discutida, y cuya principal característica es la posesión de uno o dos flagelos. Entre todos ellos ocupan una destacada representación por la amplia variedad de taxones encontrada en las aguas del embalse de la Grajera los euglenoides, *Euglenophyta* (F.23; F.23; F.24, A-C). Los dinoflagelados, *Dinophyta* (F.24, C-G), aunque con menos variedad de formas también están presentes y algunas de sus especies en ocasiones pueden alcanzar densidades notables.

- *Euglenophyta*

Los euglenoides son organismos de vida libre flagelados y con frecuencia fotosintetizadores. Sus particularidades hacen de ellos seres que participan de las características de los vegetales y de los animales al poder realizar la fotosíntesis en presencia de luz, pero también muchos de ellos son fagotróficos, e incluso pueden presentar un tipo mixto de nutrición, autótrofa y heterótrofa (mixotrofia), de ahí su gran éxito en los ambientes cargados de nutrientes en donde pueden participar tanto de la nutrición a partir de compuestos orgánicos presentes en el agua, como de la fotosintética.

Otras de sus particularidades es la posesión de una mancha ocular localizada en la cámara donde está situada la base de sus flagelos. Se trata de un fotorreceptor que les permite dirigirse hacia las zonas en las que pueden realizar la fotosíntesis. También destaca la presencia de una membrana transparente y finamente estriada que en muchas ocasiones como en *Euglena* (F.23, A-F) o *Peranema* (F.25, C) es elástica y responsable de las cambiantes formas que adoptan algunos de sus taxones. En otras ocasiones, sin embargo, como ocurre en *Phacus* (F.24, A-E), *Lepocinclis* (F.23, G-H) o *Monomorphyra* (F.24, F), su rigidez hace que sus contornos apenas varíen y que sus formas sean fáciles de reconocer por su característica apariencia.

En la Grajera, son relativamente comunes algunas formas de euglenas que viven nadando y forman parte del fitoplancton o en la columna de agua a la que llega la luz, mientras que otras se pueden encontrar entre las algas filamentosas que tapizan las superficies y los fondos. Entre todas ellas, algunas son ágiles y rápidas nadadoras como *Euglena viridis* (F.23, C), *Euglena caudata* (F.23, D) o *Euglena agilis* (F.23, E). Sin embargo otras se mueven lentamente, como lo hacen *Euglena sanguinea* (F.23, A), *Euglena intermedia* (F.23, B) o *Euglena limnophila* (F.23, F).

Algunas formas rígidas que hasta hace poco se incluyeron en el género *Euglena* y que hoy han pasado a formar parte del género *Lepocinclis*, entre ellas, *Lepocinclis oxyuris* (F.23, G), suelen habitar en los fondos poco profundos entre filamentos de *Spirogyra* y *Oedogonium* en todo el perímetro del embalse.

El género *Phacus* (F.24, A-E) está bastante bien representado en la Grajera e incluye a euglénidos fotosintetizadores de cuerpo rígido, generalmente aplastado como una hoja y contornos más o menos acorazonados. Son muy llamativos por su belleza y característicos por sus movimientos ondulantes en el agua. En este medio hemos hallado hasta el momento cinco taxones de muy diverso tamaño y morfología.

Dentro de este grupo de algas entre la frontera de lo animal y lo vegetal, merecen especial mención los organismos fagotróficos que carecen de pigmentos y que en ambientes acuáticos como éste, cargados de nutrientes, se desarrollan de manera óptima. Entre los más característicos de este grupo cabe citar a *Peranema trichophorum* (F.25, C), un flagelado de considerable tamaño –puede superar las 80 µm de longitud– con un grueso y largo fla-

gelo recto que dirige hacia adelante desde la parte delantera del cuerpo y una célula extraordinariamente metabóla de aspecto muy cambiante, sobre todo, cuando en su lento desplazamiento natatorio, tropieza con algún obstáculo. *Peranema trichophorum* se alimenta de detritus y es un excelente bioindicador de medios eutrofizados.

Acompañando a estas formas metabólas de *Peranema* o *Astasia* (F.24, H), también suelen aparecer otras de cutícula rígida como *Petalomonas* (F.25, A) y *Nosotolenus* (F.25, B) casi siempre asociadas a ambientes cargados de nutrientes y que habitan en el limo.

• *Dinophyta*

Los dinoflagelados constituyen también una importante fracción dentro del fitoplancton del embalse. Las formas más comunes en él corresponden al género *Ceratium* (F.25, F) y *Peridinium* (F.25, D-E). Ambos géneros protegen su cuerpo con gruesas placas de celulosa, características por su forma y ornamentación. *Peridinium cinctum* (F.25, D) y *Peridinium willei* (F.25, E), de forma casi esférica, son organismos de talla notable en relación con otras especies del género y se encuentran muy repartidos en ecosistemas de diferentes características, tanto de aguas limpias como eutrofizadas.

El género *Ceratium*, está representado aquí por *Ceratium furcoides*. *Ceratium furcoides* (F.25, F) es una de las algas unicelulares que alcanzan mayor tamaño en este medio, su cuerpo troncocónico y de contornos estilizados e inconfundibles, presenta unas prolongaciones espinosas en la parte inferior y otra larga y tubular en el extremo superior que le ayudan a flotar. *Ceratium* presenta también la capacidad de realizar la fotosíntesis y de alimentarse con los compuestos orgánicos y pequeños restos de materia orgánica. Ocasionalmente puede dar lugar a floraciones masivas (blooms) cuando las condiciones físicoquímicas le son propicias y generalmente aparece en medios acuáticos con una elevada concentración de nutrientes.

• *Ochromophyta*

En el grupo de flagelados que se incluye en la división *Ochromophyta* (F.25, H; 26, A-D), las crisófitas están bien representadas numéricamente por el género *Dinobryon*. *Dinobryon cylindricum* (F.26, A) es una crisófitas que habita en aguas estancadas. Su cuerpo de forma ovoide está protegido por una cubierta largamente cilíndrica (lorica) y transparente, que le permite hacer la fotosíntesis y facilita su flotación al unirse a otros individuos como él en estructuras ramificadas de aspecto arborescente. Al igual que muchas otras crisófitas y otros flagelados incluidos en diferentes grupos, cada individuo de *Dinobryon* presenta una pequeña mancha ocular que le permite dirigirse a las zonas en las que puede realizar la fotosíntesis.

Por último, destacamos dentro de la familia de las crisófitas a otra alga no fotosintetizadora, heterótrofa y colonial que suele agruparse en masas

más o menos esféricas unidas a un grueso pedúnculo mucilaginoso con el que se fija a cualquier sustrato: *Antophysa*, *Antophysa vegetans* (F.26, B) habita en los fondos poco profundos del embalse sobre rocas y vegetación sumergida, el pedúnculo que sirve de soporte a la colonia permite a los individuos que viven fijos filtrar el agua cuando baten su flagelo. Ocasionalmente el pedúnculo puede soltarse y la colonia de *Antophysa* se desplaza por el agua realizando todas sus actividades vitales. La presencia de esta especie en la Grajera es indicadora del alto grado de eutrofización que caracteriza a este ecosistema.

Los muestreos realizados tanto en el fitoplancton como en las zonas sumergidas próximas a la orilla nos ha permitido determinar y fotografiar los taxones que se relacionan a continuación.

Tabla 8: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Flagelados.

EUGLENOIDES	
1. <i>Euglena sanguinea</i> Ehrenberg	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.23, A).
2. <i>Euglena intermedia</i> (Klebs) F.Schmitz	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.23, B).
3. <i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.23, C).
4. <i>Euglena caudata</i> E.F.W.Hübner	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.23, D).
5. <i>Euglena agilis</i> H.J.Carter	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.23, E).
6. <i>Euglena limnophila</i> Lemmermann	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.23, F).
7. <i>Lepocinclis oxyuris</i> (Schmarda) B.Marin et Melkonian in B.Marin et al.	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común. (F.23, F).
8. <i>Lepocinclis texta</i> (Dujardin) Lemmermann	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.23, F).
9. <i>Phacus obolus</i> Pochmann	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.24, A).
10. <i>Phacus curvicauda</i> Svireenko	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.24, B).
11. <i>Phacus torta</i> (Lemmermann) Skvortzov	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, (F.24, C).
12. <i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.24, D).
13. <i>Phacus pleuronectes</i> (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.24, 5).
14. <i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky	En plancton y entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.24, F).

Tabla 8: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Flagelados.

15. <i>Anisonema acinus</i> Dujardin	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, muy común, constituye la primera cita para La Rioja (F.24, G).
16. <i>Astasia granulata</i> Pringsheim	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.24, H).
17. <i>Petalomonas abscessa</i> (Dujardin) F.Stein	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.25, A).
18. <i>Notosolenus scutulum</i> Larsen and Patterson	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.25, B).
19. <i>Peranema trichophorium</i> (Ehrenberg) F.Stein	Entre sedimentos y detritus de fondos poco profundos, muy común, constituye la primera cita para La Rioja (F.25, C).
DINOFLAGELADOS	
1. <i>Pdinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	En plancton y ocasionalmente en fondos poco profundos, muy común, constituye la primera cita para La Rioja (F.25, D).
2. <i>Peridinium williei</i> Huitfeldt-Kaas	En plancton, muy común, (F.25, E).
3. <i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans	En plancton, común a principios del verano, constituye la primera cita para La Rioja (F.25, F).
4. <i>Gymnodinium</i> F.Stein	(F.25, G).
OCRÓFITOS	
1. <i>Ochromonas Vysotskii</i> [Wysotzki, Wyssotzki]	(F.25, H).
2. <i>Dinobryon cylindricum</i> O.E.Imhof	En plancton, muy común, constituye la primera cita para La Rioja (F.26, A).
3. <i>Anthophysa vegetans</i> (O.F.Müller) Stein	Sobre diferentes substratos en fondos poco profundos, muy común, constituye la primera cita para La Rioja (F.26, 2).
4. <i>Anthophysa?</i> Bory	(F.26, C).
ZOOMASTIGOPHORA	
1. <i>Bodo</i> Ehrenberg	Entre detritus sobre diferentes substratos en fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja. (F.26, D).
NO IDENTIFICADOS	
1. Desconocido	



Figura 23, flagelados euglenoides: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Euglena sanguinea*, B-*Euglena intermedia*, C-*Euglena viridis*, D-*Euglena caudata*, E-*Euglena agilis*, F-*Euglena limnophila*, G-*Lepocinclis oxyuris*, H-*Lepocinclis texta*.



Figura 25, flagelados euglenoides, dinoflagelados y crisofíceas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Petalomonas abscissa*, B-*Notosolenus scutulum*, C-*Peranema trichoporum*, D-*Peridinium cinctum*, E-*Peridinium willei*, F-*Ceratium furcoides*, G-*Gymnodinium sp.*, H-*Ochromonas sp.*



Figura 26, crisofíceas: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Dinobryon cylindricum*, B-*Antophisa vegetans*, C-*Chrysophycea s.l.*, D-*Bodo sp.*

e) Ciliados:

En la Grajera existe una amplia y variada representación de organismos ciliados, casi todos ellos son habitantes de los fondos poco profundos donde viven entre los detritus o el fango, pero también formando parte de las biocenosis a las que dan lugar las algas filamentosas que como *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema* y *Oedogonium* viven tapizando los fondos en los lugares próximos a la orilla (F.13; F.16).

Casi todos los ciliados contribuyen a cerrar el ciclo de la materia, alimentándose fundamentalmente de otros microorganismos, compuestos orgánicos en descomposición y restos vegetales. Muchos de ellos presentan un régimen de alimentación omnívoro como algunas especies de *Paramecium* o *Stentor*, en los que las bacterias forman parte fundamental de su dieta (F.28, D-E,H), mientras que una buena parte de los que pertenecen a la clase *Spirotrichea*, como *Euplotes* o *Stylonychia*, son casi exclusivamente vegetarianos (F.30).

Existen también entre el grupo de ciliados hallados en el embalse algunos en los que la relación simbiótica que establecen con algas del género *Chlorella* resulta fundamental para su supervivencia, y así, *Paramecium bursaria* o *Vaginicola*, son buena muestra de ello (F.28, E; 29, C). Sin embargo, otros han adoptado sofisticadas estrategias de alimentación como todos los representantes del orden *Suctorina*. Los ciliados de este grupo tan

particular parecen atraer a sus presas y una vez atrapadas entre sus finos tentáculos inyectan enzimas que disuelven el contenido citoplasmático que después succionan como auténticos vampiros invisibles. En la Grajera, *Acineteta*, *Podophrya* o *Dendrosoma* constituyen extraordinarios ejemplos de las estrategias de supervivencia de este grupo de ciliados y representan además las primeras citas de estas especies en territorio ibérico (F.31, B-4).

La mayoría de los ciliados hallados en el embalse de la Grajera son organismos bioindicadores de aguas eutróficas; buena parte de ellos son de vida libre y activos nadadores como *Frontonia acuminata*, *Paramecium caudatum*, *Homalozoon vermiculare* o *Amphileptus pleurosigma* (F.27; F.28).

Otros como los de la clase *Spirotrichea* suelen permanecer al acecho entre la vegetación sumergida o sus restos, y se mueven bajo el agua con rápidos y bruscos desplazamientos cortos. Con frecuencia parecen caminar sobre el lecho o diferentes tipos de soporte utilizando sus gruesos cirros, tal y como lo hacen las diferentes especies de *Euplotes*, *Aspidisca* o *Stylonychia*, que hemos encontrado en las muestras del fondo (F.30). Casi todos ellos son voraces devoradores de algas y con relativa frecuencia resulta fácil observar de qué se alimentan.

Un caso particular de ciliados nadadores lo constituye el de los representantes del género *Tintinnopsis*, ciliado muy activo y nadador, que al igual que las amebas testáceas, fabrica una lorica troncocónica, con diminutos fragmentos de arena o detritus que protege su delicado cuerpo (F.29, H). En las aguas de la Grajera, hemos observado ocasionalmente la presencia de este taxón de aparición esporádica e irregular.

Además de los ciliados nadadores, existen otros que permanecen fijos al sustrato, a veces temporalmente como *Stentor*, que se acomoda fijándose por su base a restos de sedimentos, tallos de plantas acuáticas o restos de otras algas sumergidas desde donde filtra activamente con el continuo movimiento de sus cilios el agua que le rodea, y en la que con frecuencia hay pequeñas algas y otros microorganismos que le sirven de sustento (F.28, H).

Los fondos que circundan las orillas del embalse también son ricos en ciliados de vida fija. Los ciliados sésiles viven anclados por su base o mediante un pie contráctil al sustrato sobre el que se instalan como organismos filtradores. Dentro de estos microorganismos, los más conocidos son los del género *Vorticella*, del que hasta el momento solo hemos encontrado una única representante de vida solitaria, *Vorticella microstoma*. En esta especie de pequeño tamaño el pedúnculo es corto, recto y poco retráctil (F.29, B). De apariencia similar a *Vorticella*, el género *Zoothamnium* se puede hallar ocasionalmente en el mismo tipo de emplazamientos que la especie anterior (F.29, A); su mayor tamaño, el contorno celular en forma de copa alargada y sobre todo, el grueso pedúnculo retráctil que se contrae en zigzag, constituyen sus señas de identidad y representa, como muchos otros de los ciliados de los que se citan en este trabajo, interesantes hallazgos de los que existen muy pocas referencias en las masas de agua de la Península.

Los géneros *Cotburnia*, *Vaginicola*, *Rhabdostila* y *Ophridium* viven también fijos al sustrato (F.29, C-F) y sus mecanismos de defensa y protección difieren sustancialmente de los que adoptan *Vorticella* y *Zoothamnium* (F.29, A-B). Todos ellos protegen su cuerpo en el interior de una fina vaina transparente, a veces operculada en la que permanecen asomando tan solo su extremo anterior, generalmente coronado, igual que en *Vorticella*, por una hilera de cilios con los que filtran el agua de su alrededor. Ante cualquier amenaza estos ciliados retraen su cuerpo y cierran su corona buscando refugio en el interior de la vaina en la que se envuelven.

Merecen nuevamente aquí mención especial los ciliados del grupo *Suctoria* (F.31, B-D); entre sus particularidades destacan el experimentar una auténtica metamorfosis a lo largo de su ciclo vital en el que, durante las primeras etapas de desarrollo son formas nadadores de vida libre que posteriormente pierden los cilios, precipitan al fondo y se fijan a él desarrollando en muchas ocasiones un largo pedúnculo rígido o un corto pie en cuyo extremo se sitúa el cuerpo celular. De él parten unos tentáculos rectos, generalmente rematados en un pequeño engrosamiento y estos tentáculos constituyen sus armas de caza provistos de estructuras muy especializadas como los extrusomas con los que pueden inmovilizar y digerir a sus presas a través de la inyección de sustancias paralizantes o enzimas.

Ciliados como *Acineta*, *Dendrosoma* o *Podophrya* (F.31, B-D) son activos depredadores de otros ciliados nadadores. Se conoce poco de los mecanismos que utilizan estos depredadores para atraer a sus presas, que adheridas a los tentáculos son inmovilizadas, para ser digeridas dentro de su propia envuelta celular y posteriormente absorbidas a través de los mismos tentáculos que las hacen presa.

Entre los ciliados hallados y determinados en los diferentes muestreos realizados para este estudio se encuentran los siguientes:

Tabla 9: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Ciliados.

1. <i>Frontonia acuminata</i> (Ehrenberg) Bütschli	Entre algas filamentosas en fondos poco profundos, muy común, constituye la primera cita para La Rioja (F.27, A).
2. <i>Pleuronema coronatum</i> Kent	Entre detritus en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.27, B).
3. <i>Trithigmotoma cucullus</i> Jankowski	Entre detritus en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.27, C).
4. <i>Chilodonella</i> Strand	Entre detritus en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.27, D).
5. <i>Cryptopharynx</i> Kahl	Entre detritus y entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.27, E).
6. <i>Cyclidium cirrillus</i> Cohn	Entre detritus en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.27, F).

Tabla 9: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Ciliados.

7. <i>Cyclidium</i> O.F. Müller	Entre detritus en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.27, G).
8. <i>Litonotus</i> Wrzesniowski	Entre detritus en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.27, H).
9. <i>Trachelius ovum</i> Ehrenberg	Entre algas filamentosas en fondos poco profundos, relativamente común constituye la primera cita para La Rioja (F.28, A).
10. <i>Homalozoon vermiculare</i> (Stokes) Stokes	Entre algas filamentosas en fondos poco profundos, escaso, constituye la primera cita para La Rioja (F.28, B).
11. <i>Amphileptus pleurosigma</i> (Stokes) Foissner	Entre algas filamentosas en fondos poco profundos, común, constituye la primera cita para La Rioja (F.28, C).
12. <i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.28, D).
13. <i>Paramecium bursaria</i> (Ehrenberg) Focker	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.28, E).
14. <i>Urocentrum turbo</i> (Müller) Nitzsch	Entre detritus en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.28, F).
15. <i>Trochilia minuta</i> (Roux) Kahl	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.28, G).
16. <i>Stentor igneus</i> Ehrenberg	En plancton y entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.28, 8).
17. <i>Zoothamnium affine</i> Stein	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.29, A).
18. <i>Vorticella microstoma</i> Ehrenberg	Sobre filamentos de algas y otros sustratos en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.29, B).
19. <i>Vaginicola</i> Stein	Sobre filamentos de algas y otros sustratos en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.29, C).
20. <i>Cothurnia annulata</i> Stokes	Sobre filamentos de algas y otros sustratos en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.29, D).
21. <i>Ophridium sessile</i> Kent	Sobre filamentos de algas y otros sustratos en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.29, E).
22. <i>Rhabdosyla sessilis</i> Penard	Sobre la cubierta de algunos rotíferos, muy escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.29, F).
23. <i>Tintinnopsis lacustris</i> Faure-Fremiet	En el plancton, ocasionalmente muy frecuente, constituye la primera cita para La Rioja (F.29, G).
24. <i>Uroleptus caudatus</i> (Stokes) Bardele	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.29, H).
25. <i>Stylonethes pyriformis</i> Gourret et Roeser	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, escaso, constituye la primera cita para La Rioja (F.30, A).
26. <i>Euploes patella</i> (Mull.)Ehrenberg	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.30, B).

Tabla 9: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Ciliados.

27. <i>Euplores sp.2</i> O.F. Müller	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, (F.30, C).
28. <i>Euplores sp.3</i> O.F. Müller	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común (F.30, D).
29. <i>Aspidisca sp.</i> Ehrenberg	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.30, E).
30. <i>Stylonichia mytilus</i> (Müller) Ehrenberg	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.30, F).
31. <i>Stylonichia sp.</i> Ehrenberg	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común (F.30, G).
32. <i>Tachysoma furcata</i> Kahl	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.30, H).
33. <i>Tachysoma sp.</i> Stokes	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común (F.31, A).
34. <i>Acineta tuberosa</i> Ehrenberg	Sobre filamentos de <i>Cladophora</i> y otros sustratos en fondos poco profundos, ocasionalmente abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.31, B).
35. <i>Acineta sp.</i> Ehrenberg	Sobre filamentos de <i>Cladophora</i> y otros sustratos en fondos poco profundos, ocasionalmente abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.31, C).
36. <i>Dendrosoma radians</i> Ehrenberg	Entre filamentos de <i>Cladophora</i> en fondos poco profundos, ocasionalmente abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.31, D).
37. <i>Podophrya fixa</i> (Müller) Ehrenberg	Sobre diferentes sustratos en fondos poco profundos, ocasionalmente abundante, constituye la primera cita para La Rioja (F.31, E).
38. <i>Spirotrichea</i>	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común (F.31, F).
39. <i>Oligohymenophorea 1</i>	Entre detritus en fondos poco profundos, muy escaso (F.31, G).
40. <i>Oligohymenophorea 2</i>	Entre detritus en fondos poco profundos, muy escaso (F.31, H).

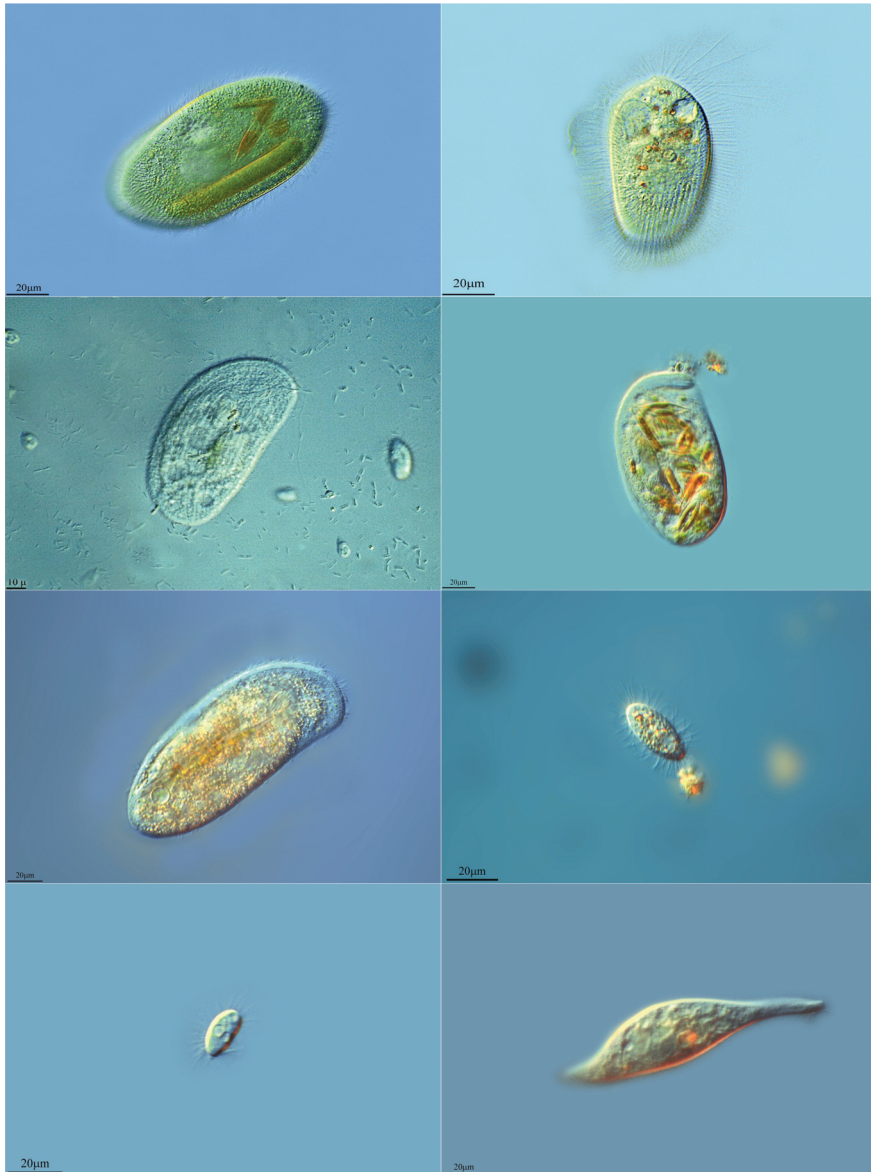


Figura 27, ciliados: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Frontonia acuminata*, B-*Pleuronema coronatum*, C-*Tritibigmostoma cucullulus*, D-*Chilonella sp.*, E-*Cryptopharynx sp.*, F-*Cyclidium citrullus*, G-*Cyclidium sp.*, H-*Litonotus sp.*

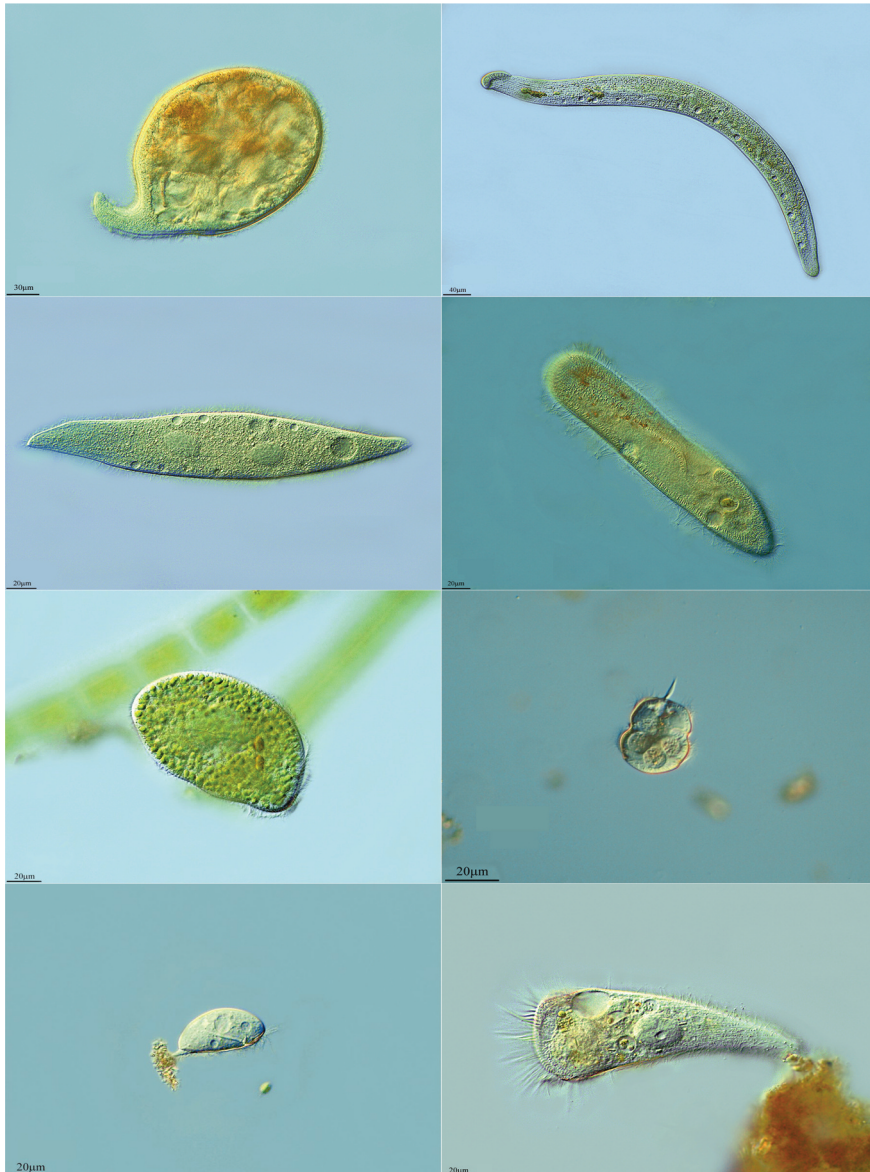


Figura 28, ciliados: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Trachelius ovum*, B-*Homalozoon vermiculare*, C-*Amphileptus pleurosigma*, D-*Paramecium caudatum*, E-*Paramecium bursaria*. F-*Urocentrum turbo*, G-*Trochilia munuta*, H-*Stentor igneus*.

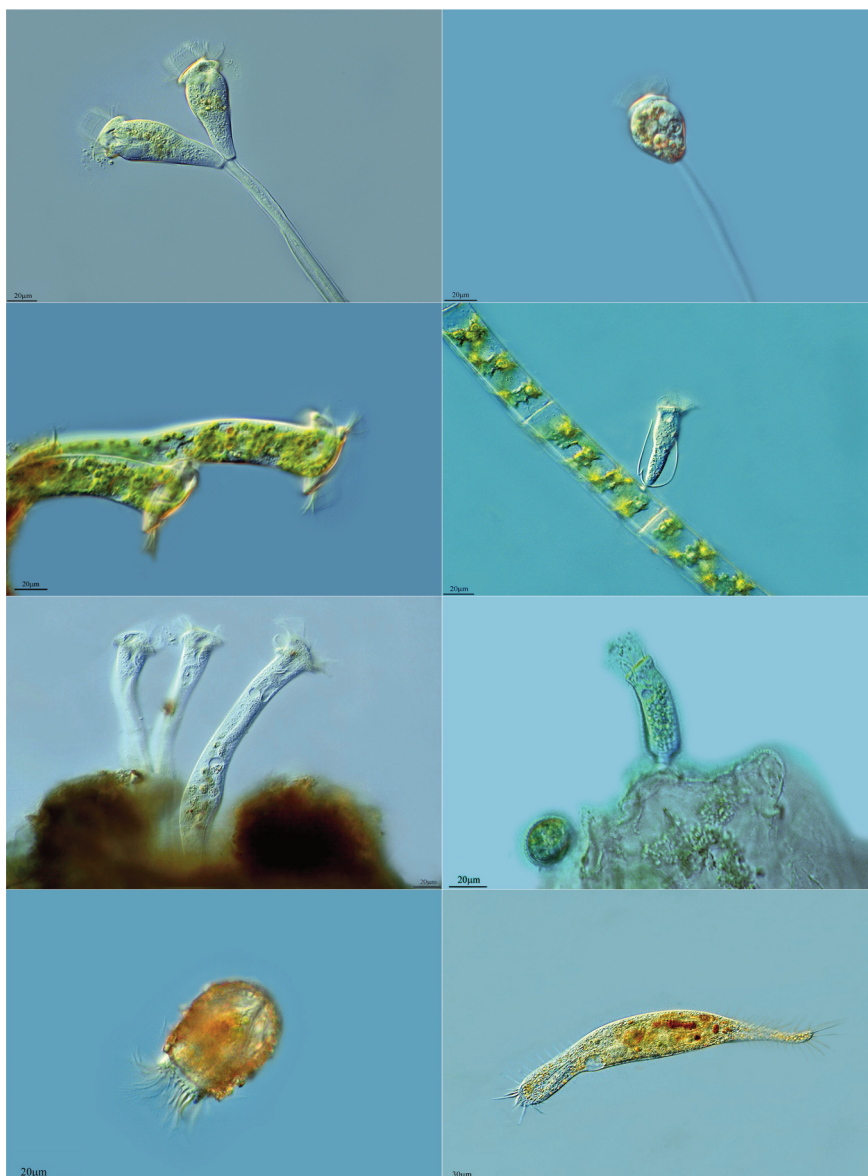


Figura 29, ciliados: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A- *Zootbamnium affine*, B- *Vorticella microstoma*, C- *Vaginicola sp.*, D- *Cotburnia annulata.*, E- *Opbrydium sessile*, F- *Rhabdostyla sp.*, G- *Tintinnopsis sp.*, H- *Uroleptus caudatus*.

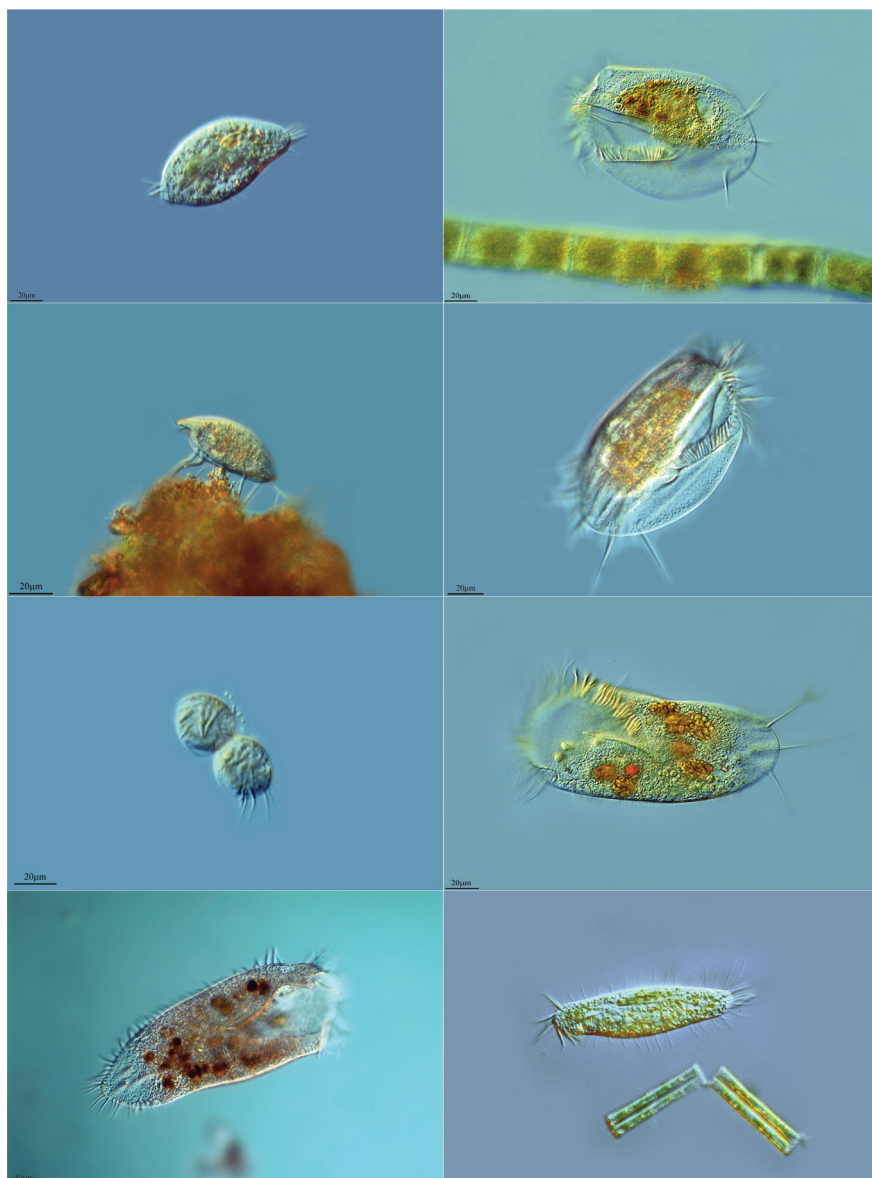


Figura 30, ciliados: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A- *Stylonethes pyriformis*, B- *Euplotes patella*, C- *Euplotes sp.*, D- *Euplotes sp.*, E- *Aspidisca sp.*, F- *Stylonychia mytilus*, G- *Stylonychia sp.*, H - *Tachysoma furcata*.



Figura 31, ciliados: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Tachysoma* sp., B-*Acineta tuberosa*, C- *Acineta*, sp., D- *Dendrosoma radians*, E-*Podophrya fixa*, F-*Spyrotrichea* s.l., G-*Olygohymenophorea* s.l., H-*Olygohymenophorea* s.l.

f) Rizópodos:

Se agrupan dentro de esta denominación un grupo de organismos heterótrofos unicelulares de muy diverso origen que desde hace años son objeto de detallados estudios genómicos para determinar su origen y relaciones filogenéticas, y que genéricamente engloba tanto a las amebas de pseudópodos finos como gruesos, y a las de citoplasma desnudo o protegido por una teca (Pawlowski *et* Burki, 2009). Los rizópodos hallados en el embalse de la Grajera llegan a representar el 10% de todos los organismos microscópicos encontrados y constituyen en relación con los ciliados, que alcanzan el 18 % y de los flagelados que llegan al 13%, una parte considerable de todos los organismos unicelulares que entran a formar parte de esta variada biocenosis.

La mayor parte de los taxones hallados en las aguas y fondos del embalse corresponde a amebas desnudas de anchos pseudópodos entre las que las del género *Mayorella* son las mejor representadas, con al menos cinco taxones diferentes (F.32, A-F). Casi todas ellas son de mediano tamaño, viven sobre el fondo y se alimentan de detritus. Entre los sedimentos se pueden encontrar algunos otros géneros de talla muy pequeña y que fácilmente pasan inadvertidos como la monopodial *Saccamoeba* (F.31, G) o las minúsculas *Tetramitus*, *Pessonella* o *Platyamoeba* (F.32, H; 33, A-B).

Las formas flotantes de *Mayorella* y las de otros géneros, que con frecuencia adoptan una configuración estrellada al alargar sus pseudópodos cuando pierden el contacto con el substrato, hasta hace poco eran consideradas por algunos autores como pertenecientes a géneros como *Astramoeba* (F.32, D,F) dada su particular morfología radiada, pero no son más que adaptaciones morfológicas temporales ante un cambio en su entorno (Patterson, comunicación personal, Patterson, 2003).

Entre las formas ameboides que presentan finos pseudópodos –filopodios– se encuentran, sin ser especialmente abundantes, taxones del género *Nuclearia*, ameba fitófaga que preferentemente se alimenta de algas filamentosas como *Spirogyra* y *Mougeotia*, entre las que habita (F.33, 4).

Del grupo de las amebas testáceas son relativamente comunes formas de *Trinema* (F.33, G-H; 34, A), algunas de ellas de gran tamaño que corresponden al menos a tres morfotipos diferentes y que hemos considerado como pertenecientes a tres taxones distintos. Estas amebas de finos filopodios, junto con algún representante de *Diffflugia* (F.34, B), constituyen hasta el momento los géneros hallados de esta clase de rizópodos.

Además de todas ellas se han encontrado dos formas de amebas radiosas flotantes cuya morfología recuerda a la del género *Chlamyaster* (F.33, F) y cuya determinación, hasta el momento, no ha sido posible (F.33, F-G).

Merece la pena destacar también la presencia en los fondos de amebas con testa irregular y finos filopodios anastomosados cuyas formas recuerdan mucho a las de *Gromia* (F.33, E).

Todas ellas, amebas con anchos pseudópodos y con filopodios, con y sin testa, flotantes o reptadoras constituyen organismos que realizan funciones fundamentales en la descomposición de la materia orgánica y con ello cierran el ciclo de la materia en las biocenosis acuáticas y todas representan novedades corológicas para el territorio riojano.

Tabla 10: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Rizópodos

1. <i>Mayorella bigemma</i> (Schaeffer) Schaeffer	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.32, A).
2. <i>Mayorella bulla</i> Schaeffer	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.32, B).
3. <i>Mayorella penardi</i> Page	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.32, C).
4. <i>Mayorella sp3</i> Schaeffer	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común (F.32, D).
5. <i>Mayorella sp4</i> Schaeffer	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común (F.32, E).
6. <i>Saccamoeba limax</i> (Dujardin)	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.32, G).
7. <i>Pessonella marginata</i> Pussard	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.32, H).
8. <i>Platyamoeba placida</i> (Page) Page	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.33, A).
9. <i>Tetramitus rostratus</i> Perty	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.33, B).
10. <i>Cochiopodium bilimbosum</i> Auerbach	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.33, C).
11. <i>Nuclearia sp.</i> Cienkowski	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.33, D).
12. <i>Gromia</i> (Dujardin)	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.33, F).
13. <i>Trinema sp1</i> Dujardin	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.33, G).
14. <i>Trinema enchelys</i> (Ehrenberg) Leidy	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.33, H).
15. <i>Trinema 3</i> Dujardin	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.34, A).
16. <i>Diffugia lobostoma</i> Leidy	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.34, 2).
17. <i>Pamphagus</i> Bailey	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.34, C).

Tabla 10: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Rizópodos

18. <i>Mastigamoeba</i> Schulze	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.34, D).
19. <i>Chlamydomonas sterna</i> Rainer	En plancton y entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.34, E).
20. <i>Belonocystis</i> sp.? Rainer	Entre detritus y filamentos de algas en fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.34, E).
21. <i>Rhizaria</i>	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, escasa (F.34, F)..
22. <i>Rhizaria</i>	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, escasa (F.34, G).



Figura 32, rizópodos: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Mayorella bigemma*, B-*Mayorella bulla*, C-*Mayorella penardii*, D-*Mayorella*, forma flotante, E-*Mayorella* sp., F-*Mayorella*, forma flotante, G-*Saccamoeba limax*, H-*Pessonella marginata*.



Figura 33, rizópodos: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A- *Platyamoeba placida*, B-*Tetramitus rostratus*, C-*Cochiopodium bilimbosum*, D-*Nuclearia*, sp., E-*Gromia* sp., F-*Chlamyaster sterni*, G-*Trinema* sp., H-*Trinema* sp.

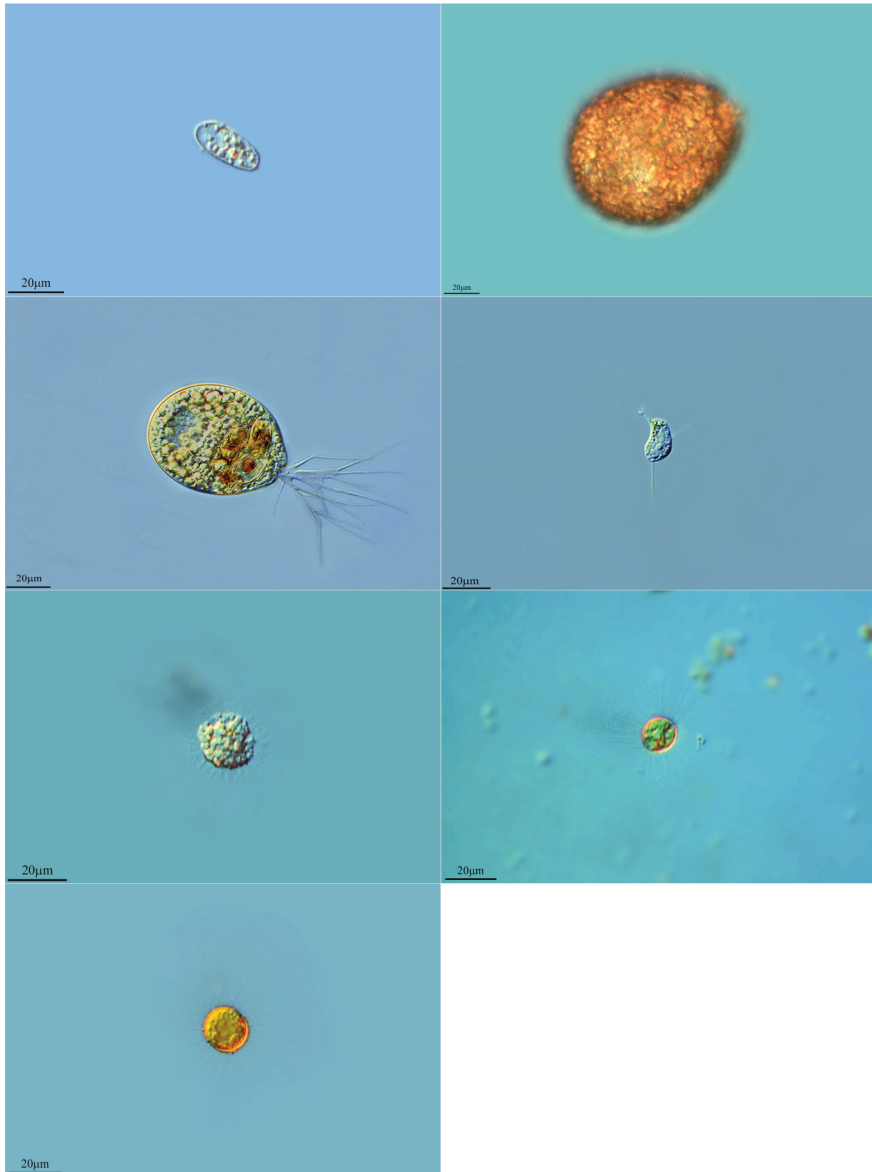


Figura 34, rizópodos: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Trinema sp.*, B-*Diffflugia lobostoma.*, C-*Pampbagus sp.*, D-*Mastigamoeba sp.*, E-*Belonocystis*, F-*Rhizaria*, G- *Rhizaria*.

3.2.3. Metazoos

A lo largo del desarrollo de este trabajo hemos encontrado también una variada representación de organismos pluricelulares microscópicos, en ocasiones incluso de menor tamaño que otros unicelulares, como son determinadas especies de rotíferos o gastrotricos. Son precisamente estos primeros, los rotíferos, los más numerosos, variados y diversos en estas aguas dentro del grupo de los metazoos y representan un segundo eslabón en la cadena trófica, el de los pequeños herbívoros que constituyen el sustento de otros minúsculos depredadores como los crustáceos branquiópodos, copépodos y calanoideos.

a) Rotíferos:

El filo *Rotifera* está constituido por metazoos pseudocelomados de aspecto vermiforme y tamaño microscópico que en los ecosistemas acuáticos suelen ocupar el nivel de los consumidores primarios. Aunque la representación de los encontrados en este embalse no es muy amplia, sí es bastante representativa de los diferentes grupos que conforman este pico y de los diferentes tipos de vida que pueden presentar.

De los rotíferos de hábitos netamente planctónicos, *Polyarthra vulgaris* (F.35, A) es un taxón relativamente abundante y muy activo, al menos durante los meses de verano. Sus expansiones laterales aladas permiten complementar su natación con un desplazamiento a saltos, brusco, que facilita la búsqueda de las algas de las que se alimenta.

El resto de los hallados tienen hábitos bentónicos y se desplazan casi siempre entre las marañas de algas filamentosas buscando su alimento de una manera activa. En este grupo de activos rotíferos se incluyen los representantes de los géneros *Lecane*, *Trichocerca*, *Colurella*, *Cephalodella*, *Epiplanes* y *Philodina* (F.35), mientras que tanto *Ptigura* como *Floscularia* viven como organismos sésiles sobre detritos, ramas sumergidas y otros soportes a los que fijan la vaina cilíndrica en la que se alojan para protegerse mientras filtran el agua (F.35, F).

Con toda probabilidad la representación de este filo en el embalse de la Grajera es mucho más amplia y esperamos complementar este listado de taxones en trabajos posteriores.

Tabla 11: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Rotíferos

1. <i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	En zona superficial de la lámina de agua, muy común, constituye la primera cita para La Rioja (F.35, A).
2. <i>Lecane lunaris</i> Ehrenberg	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, muy común, constituye la primera cita para La Rioja (F.35, B).
3. <i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse)	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.35, D).
4. <i>Trichocerca??</i> Lamarck	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común (F.35, D).
5. <i>Colurella obtusa</i> (Gosse)	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.35, C).
6. <i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg)	Entre filamentos de algas en fondos poco profundos, relativamente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.35, E).
7. <i>Pygura sp.</i> Maggi	Sobre filamentos de algas en fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja (F.35, F).
8. <i>Epiphanes senta</i> (O. F. Mueller)	En el plancton y entre filamentos de algas en fondos poco profundos, ocasionalmente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.35, G).
9. <i>Philodina roseola</i> Ehrenberg	En el plancton y entre filamentos de algas en fondos poco profundos, ocasionalmente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.35, H).
10. <i>Floscularia sp.</i> Cuvier	Sobre filamentos de algas en fondos poco profundos, escasa, constituye la primera cita para La Rioja.

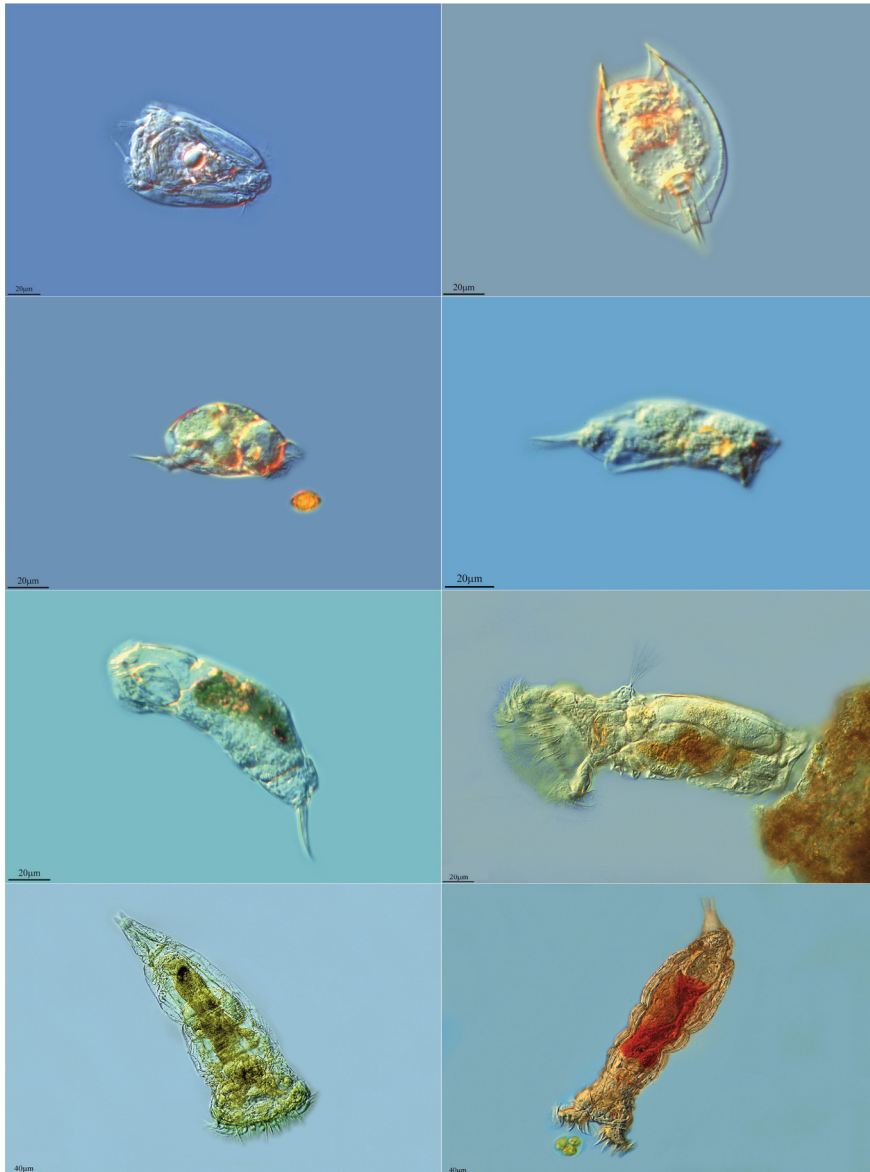


Figura 35, rotíferos: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Polyarthra vulgaris*, B-*Lecane lunaris*, C-*Colurella obtusa*, D-*Trichocerca bicristata*, E-*Cephalodella forficula*, F-*Ptygura* sp. G-*Epiphanes senta*, H-*Philodina roseola*.

b) Gastrotricos:

Muy abundantes en los fondos, los gastrotricos son animales celomados de cuerpo vermiforme que viven sobre los fondos alimentándose de detritos. La morfología de los cuatro tipos de individuos hallados se corresponde con los de diferentes taxones del género *Chaetonotus* (F.36), del que únicamente hemos podido determinar hasta nivel de especie a uno de los de mayor talla; *Chaetonotus maximus*.

Tabla 12: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Gastrotricos.

1. <i>Chaetonotus maximus</i> Ehrenberg	Entre detritos de fondos poco profundos, ocasionalmente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.36, A).
2. <i>Chaetonotus</i> sp2 Ehrenberg	Entre detritos de fondos poco profundos, ocasionalmente común.
3. <i>Chaetonotus</i> sp3 Ehrenberg	Entre detritos de fondos poco profundos, ocasionalmente común.
4. <i>Chaetonotus</i> sp 4 Ehrenberg	Entre detritos de fondos poco profundos, ocasionalmente común.



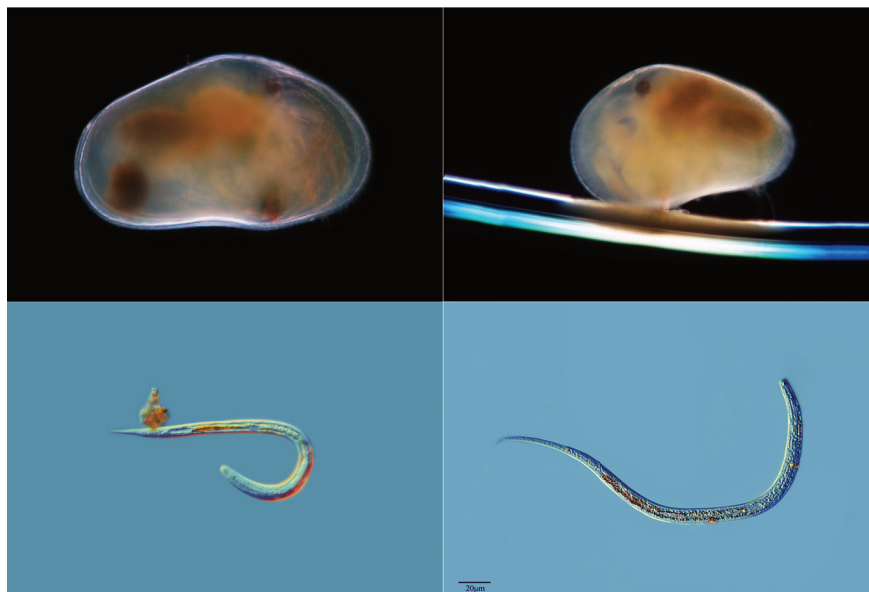
Figura 36: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: A-*Chaetonotus maximus*, B-*Chaetonotus* sp. 1, C-*Chaetonotus* sp. 2, D-*Chaetonotus* sp. 3.

c) Otros metazoos:

Aunque no se han podido fotografiar, sí que se han hallado en este ecosistema y fundamentalmente entre las comunidades bentónicas, diferentes tipos de Branquiópodos, de la familia *Chydoridae* que refugiados entre los filamentos de *Spirogyra* buscan pequeñas algas con las que alimentarse. Además de los branquiópodos los crustáceos tienen su representación en el grupo de los ostrácodos que viven en el fango o entre la vegetación sumergida (F.37 A, B). Muy abundantes también en este medio son los nematodos (F.37 C, D). Éstos desarrollan un papel fundamental como organismos detritívoros de muy difícil determinación. Todos ellos se podrán conocer mejor en posteriores estudios y permitirán completar la visión que pueda tenerse de la dinámica de este ecosistema tan influenciado por la acción humana.

Tabla 13: listado de taxones en el embalse de la Grajera, 2016. Otros grupos de metazoos

1. <i>Pseudocandona</i>	Entre detritus de fondos poco profundos, ocasionalmente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.37, A).
2. <i>Bradleystrandesia tineta</i>	Entre detritus de fondos poco profundos, ocasionalmente común, constituye la primera cita para La Rioja (F.37, B).
3. <i>Nematoda</i> 2	Entre detritus de fondos poco profundos, ocasionalmente común (F.37, C).
4. <i>Nematoda</i> 2	Entre detritus de fondos poco profundos, ocasionalmente común (F.37, D).

Figura 37: A-*Pseudocandona* sp., B-*Bradleystrandesia tineta*, C-*Nematoda*, D-*Nematoda*.

4. CONCLUSIONES

El embalse de la Grajera constituye un ecosistema acuático de características eutróficas, pero al mismo tiempo de una extraordinaria biodiversidad.

Una primera aproximación a los organismos microscópicos que viven formando parte del plancton y del bentos en este ecosistema ha permitido hallar un total de 234 taxones, que se reparten en diferentes grupos de procariontas y eucariotas tanto unicelulares como metazoos.

Aproximadamente un 70% de los taxones hallados constituyen nuevas referencias para los ecosistemas acuáticos de la comunidad de La Rioja.

Es destacable la extraordinaria abundancia numérica de cianobacterias planctónicas, con densidades de hasta 65.000 células/ml en el caso de *Aphanocapsa delicissima*, aunque este grupo de organismos fitoplanctónicos está muy pobremente representado en especies.

Dentro de los organismos unicelulares eucariotas, las diatomeas son los organismos productores mejor representados en cuanto a número de especies, del mismo modo que los ciliados constituyen el grupo de organismos consumidores con mayor variedad de taxones.

Las algas filamentosas del bentos que cubren sobre todo en época vernal y estival las orillas sumergidas están constituidas por un reducido número de especies, en su mayoría pertenecientes a los géneros *Spirogyra*, *Mougeotia* y *Oedogonium* y dan cobijo a una gran variedad de organismos unicelulares que viven entre ellas.

Los muestreos realizados en diferentes emplazamientos han permitido la diferenciación de distintas comunidades caracterizadas por la presencia de determinados taxones indicadores que no se han hallado en otros puntos de muestreo.

La determinación del material se ha realizado a partir de la observación microscópica de los caracteres taxonómicos más relevantes a falta de otros estudios moleculares y genéticos que puedan aportar más datos sobre la filogenia de algunos taxones, fundamentalmente en organismos procariontas y rizópodos.

En su conjunto, el carácter bioindicador de los organismos hallados en el embalse de la Grajera, señala la condición de eutrofia de sus aguas, muy probablemente derivada de las escorrentías ricas en fertilizantes empleados en las labores agrícolas.

A pesar del gran número de taxones hallados, la limitación que supone el haber empleado determinadas técnicas de muestreo y el corto periodo de duración del estudio, solo nos ha permitido hacer una aproximación parcial a la riqueza biológica que caracteriza a este medio acuático.

5. AGRADECIMIENTOS

Todo el trabajo de investigación que ha permitido el que ahora se publique, se ha podido materializar gracias a la ayuda recibida del Instituto de Estudios Riojanos. En este sentido queremos manifestar nuestro profundo sentimiento de gratitud al Director del área de Ciencias Naturales del IER, Rafael Francia Verde, por todas las facilidades dadas para su realización y publicación, así como a las personas que han supervisado y corregido el manuscrito y todas aquellas otras que de forma directa o indirecta han hecho posible que se haya podido llevar a cabo. También queremos dejar constancia aquí de nuestro agradecimiento al IES “Escultor Daniel” desde donde se desarrollado buena parte del trabajo de laboratorio y a la profesora Cristina Pascual Aransaez por su inestimable ayuda en la traducción del resumen.

REFERENCIAS

- ACKER, F.; RUSSELL, B.; HAGAN, E. (2002) *Diatom Cleaning by Nitric Acid Digestion with a Microwave Apparatus*. ANSP Protocols for Analysis of NAWQA Algae Samples. Protocol P-13-42. Academy of Natural Sciences of Philadelphia
- ADAMCZUK, M.; MIECZAN, T.; TARKOWSKA-KUKURYK, M.; DEMETRAKI-PALEOLOG, A. (2015). Rotatoria-Cladocera-Copepoda relations in the long-term monitoring of water quality in lakes with trophic variation (E. Poland). *Environmental Earth Sciences*. DOI 10.1007/s12665-014-3977-z.
- ADL, S. M. *et al.* (2005) The New Higher Level Classification of Eukaryotes with Emphasis on the Taxonomy of Protists, *J. Eukaryot. Microbiol.*, 52(5), 399–451.
- ALHONEN, P.; MANTERE-ALHONEN, S. (1988). Seasonal variation in the phytoplankton composition and biomass of two hypereutrophic lakes in southern Finland. *Mem. Soc. Fauna Flora Fenn.* 64: 57–64.
- ALLGEIER, R. J.; PETERSON, W. H.; JUDAY, C.; BIRGE, E. A. (1932) *The Anaerobic Fermentation of Lake deposits*. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. *Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr.* 26,5-6:444–461
- ALLOTT, N.A. (1990). *Limnology of six western Irish lakes in Co. Clare with reference to other temperate oceanic lakes*. Unpublished Ph.D. Trinity College Dublin.
- ALONSO, M. (1996). *Crustacea, Branchiopoda*. Fauna Iberica, vol. 7. Ramos, M. A. *et al.*, (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid, pp. 486.

- ÁLVAREZ COBELAS, M. (1984). Catálogo de las algas continentales españolas. II. Craspedophyceae, Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Haptophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Xanthophyceae. *Acta Bot. Malacitana* 9: 27-40.
- ÁLVAREZ COBELAS, M. (1984). Catálogo de las algas continentales españolas. III. Zygnophyceae Widder 1960. *Collect. Bot.* (Barcelona) 15: 17-37.
- APHA (1999). *Standard Methods for the Examination of Water, Sewage and Wastewater*. 20th edn. American Public Health Association, Washington, DC, 1550 pp.
- ARMENGOL, J. (1980). Colonización de los embalses españoles por crustáceos planctónicos y evolución de la estructura de sus comunidades. *Oecología aquatica*, 4: 45-70.
- AVILÉS, J. ET GONZALEZ RAMOS, M. E. (1981). *Reconocimiento limnológico de embalses. Plancton y grado trófico*. Centro de Estudios Hidrográficos. Sección 535 de Hidrología Forestal. Dirección General de Obras Hidráulicas. MOPU. Madrid. 6 pp.
- BARBOSA, F. A. R.; BICUDO, C. E. M.; DE MORAES V. L. (1995). *Phytoplankton studies in Brazil: community structure variation and diversity*. In Tundisi, G., C.E.M. Bicudo et T. Tundisi (eds), *Limnology in Brazil*. ABC/SBL, Rio de Janeiro.
- BENNION, H.; APPLEBY, P.G. ; PHILLIPS, G.L. (2001). Reconstructing nutrient histories in the Norfolk Broads: implications for the application of diatom-phosphorus transfer functions to shallow lake management. *Journal of Paleolimnology* 26:181-204.
- BENNION, H.; ALLOTT, T.E.H.; SHILLAND, E. (1998). *Investigation of environmental change in two mesotrophic lakes in Mid-Wales: Uyn Eiddwen and Uyn Fanod . A report to the Countryside Council for Wales* by ENSIS Ltd Contract No: FC 73-01-71A. Environmental Change Research. Centre University College London.
- BIODIVERSIDAD VIRTUAL (2016) *Mundo Microscópico*. World-wide electronic publication. <http://www.biodiversidadvirtual.org/micro/>
- BOURRELLY, P. (1957-1970). *Les algues d'eau douce*. Vol I,II, III. N. Boubée et Cie. France.
- BOZNIAK, E. G.; KENNEDY, L. L. (1968). Periodicity and ecology of the phytoplankton in an oligotrophic and eutrophic lake. *Can. J. Bot.* 46: 1259-1271.
- BRADBURY, J. P. (1975). *Diatom Stratigraphy and Human Settlement in Minnesota*. The Geological Society of America.
- BRIERLEY, B.; CARVALHO, L.; DAVIES, S.; KROKOWSKI, J. (2007) *Guidance on the quantitative analysis of phytoplankton in Freshwater Samples*. NERC, Science of the environment.

- BUTTER, M. E. (1981). Estimation of zooplankton populations in Lake Maarsseveen I: Problems, procedures and results. *Aquatic Ecology*, 15(1):51-59. DOI: 10.1007/BF02260258.
- CÁMARA, F. (1949). *Estudios sobre la flora de las aguas minerales*. Ann. J. Bot.Madrid, 9: 129-258.
- CAMBRA, J.; ORTÍZ-LERÍN, R. ((2005) "*Red de intercalibración, red de referencia y red básica de diatomeas en la cuenca del Ebro*" resultados verano 2005. CHE, universidad de Barcelona.89 pp.
- CAMERON, N.G.; BIRKS, H.J.B.; JONES, V.J.; BERGE, F.; CATALAN, J.; FLOWER, R.J.; GARCÍA, J.; KAWECKA, B.; KOINIG, K.A.; MARCHETTO, A.; SÁNCHEZ-CASTILLO, P.; SCHMIDT, R.; SISCO, M.; SOLOVIEVA, N.; STEFKOVÁ, E.; TORO, M. (1999). Surface-sediment and epilithic diatom pH calibration sets for remote European mountain lakes (AL:PE Project) and their comparison with the Surface Waters Acidification Programme (SWAP) calibration set. *Journal of Paleolimnology*, 22, 291- 317..
- CHE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIOAMBIENTE (2012) *Ficha de lagos: La Grajera*, 16 pp.
- CHE, MINISTERIO DE MEDIOAMBIENTE (2005). *Caracterización de la Demarcación y registro de zonas protegidas*; Cap. 2, págs. 139-142
- CHE, MINISTERIO DE MEDIOAMBIENTE (2006) *Informe final de lagos, año 2006*, UTE Red Biológica Ebro 102 pp.
- CHE, MINISTERIO DE MEDIOAMBIENTE (2006). *Informe final del pantano de la Grajera año 2006*. UTE Red Biológica Ebro. 14 pp.
- CIRUJANO, S.; MECO, A.; GARCÍA MURILLO ,P.; CHIRINO ARGENTA, M. (2014). *Flora acuática española. Hidrófitos vasculares*. Ed. Gráficas Arias Montano.320 pp.
- COESEL, P.; KOOIJMAN-VAN BLOKLAND, H. (1994). Distribution and seasonality of desmids in the Maarsseveen Lakes area. *Neth. J. aquat. Ecol.* 28: 19-24.
- COMMON FRESHWATER DIATOMS OF BRITAIN AND IRELAND (2016) *A multiaccess key. World-wide electronic publication* <http://craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/index.html>
- DE MANUEL BARRABIN, J. (2000). The rotifers of spanish reservoirs: ecological, systematical and zoogeographical remarks. *Limnetica*, 19: 91-167.
- DESMID SPECIES (DESMIDIACEAE) IN THE NETHERLANDS (2016) *World-wide electronic publication* <http://www.desmids.nl/index.html>
- DIATOMS OF THE UNITED STATES (2016) *World-wide electronic publication* <https://westerndiatoms.colorado.edu/>
- EDMONDSON, W.T. ; LITT, A.H. (1982). *Daphnia* in Lake Washington. *Limnol. Oceanogr.* 27, 272-293.
- EVASSEUR, M.; THERRIAULT, J.C.; LEGENDRE, L. (1984) *Hierarchical control of phytoplankton succession by physical factors*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 19: 211-222,

- FERNÁNDEZ-LOZANO, J.; GUILLÉN, A.; GUTIÉRREZ, G.; FLORES, J.A.; JOAQUÍN PÉREZ, J. (2015) *Presencia de Haematococcus pluvialis (Flotow, 1844) en la provincia de Zamora (Haematococcaceae)*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol., 109, 103-109.
- GEEST, A.V. (2016) *Digicodes. Digital Image Collection of Desmids*. World-wide electronic publication <http://www.digicodes.info/index.html>
- GONZÁLEZ-GUERRERO, P. (1926). *Datos ficológicos de la sierra de Cameros*. Bol.R. Soc. Esp. Hist. Nat., 26: 489-491.
- GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. (1983). *Methods of Seawater Analysis*. Verlag Chemie, Weinheim; pp. 419.
- GUILLÉN OTERINO, A. (2015) *Lago de Sanabria 2015, presente y futuro de un ecosistema en desequilibrio*. Estación Biológica Internacional "Duero-Douro" 245 pp.
- GUILLÉN OTERINO, A. (2016). *Proyecto Agua. Water Project*. World-wide electronic publication. <https://www.flickr.com/photos/microagua/>
- GUILLÉN OTERINO, A. (2013). *Informe de evolución- 01. Proceso de contaminación y eutrofización en el Lago de Sanabria*, diciembre de 2013. Estación Biológica Internacional Duero, Douro. 29 pp.
- GUIRY, M.D.; GUIRY, G.M. (2016). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- HABERMAN J.; HALDNA, M. (2014). Indices of zooplankton community as valuable tools in assessing the trophic state and water quality of eutrophic lakes: long term study of Lake Vörtsjärv. *J. Limnol.*, 73(2): 263-273.
- HARPER, M. A. (1977). *Movements. In The Biology of Diatoms* (Werner, D., editor), 224-249. Blackwell Scientific Publications.
- HASLE G.R.; FRYXELL, G. A. (1970) *Diatoms: Cleaning and Mounting for Light and Electron Microscopy*. Transactions of the American Microscopical Society, 89, 4: 469 -474.
- HEPPERLE, D.; KRIENITZ, L. (1996) *The extracellular calcification of zoospores of Phacotus lenticularis (Chlorophyta, Chlamydomonadales)*. European Journal of Phycology, 31:1, 11-21, DOI: 10.1080/09670269600651141 <http://dx.doi.org/10.1080/09670269600651141>
- HOWARD, H. H. (1968). Phytoplankton studies of Adirondack mountain lakes. *Am. Midland Nat.* 80: 413-427.
- HUTCHINSON, G. E. (1967). *Treatise on Limnology. Volume II. Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton*. New York, John Wiley et Sons, pp. 1114.
- ILMAVIRTA, V. (1975). Dynamics of phytoplanktonic production in the oligotrophic lake Pääjärvi, southern Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 12: 45-54.
- ILMAVIRTA, V. (1980). *Phytoplankton in 35 Finnish brown-water lakes of different trophic status*. In Dokulil, M., Metz H.et Jewson D. (eds), *Shallow Lakes' Contributions to their Limnology*. Developments in Hydrobiology 3. Dr W. Junk Publishers, The Hague: 121-130.

- ILMAVIRTA, V. (1983). The role of flagellated phytoplankton in chains of small brown-water lakes in southern Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 20: 187–195.
- ILMAVIRTA, V. (1990). Occurrence of phytoplankton species along nutrient, pH and color gradients in Eastern Finnish lakes. *Int. Ver. Theor. Limnol.* 24: 702–706.
- JOHN, D.M., BROOK, A.J. ET WHITTON B.A. (2011) *The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*. 878 pp. Cambridge University Press.
- KAGAMI, M.; MIKI, T.; TAKIMOTO, G. (2014). Mycoloop chytrids in aquatic food webs. *Frontiers in microbiology*. V, 166.
- KALFF, J.; KNOEHEL, R. (1978). Phytoplankton and their dynamics in oligotrophic and eutrophic lakes. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 9: 475- 495.
- KALFF, J.; KLING, H. J.; HOLMGREN, S. H.; WELCH, H. E. (1975). Phytoplankton, growth and biomass cycles in an unpolluted and in a polluted polar lake. *Verh. int. Verein. Limnol.* 19: 487-495.
- KATECHAKIS, A. ; STIBOR, H. (2006). The mixotroph *Ochromonas tuberculata* may invade and suppress specialist phago- and phototroph plankton communities depending on nutrient conditions". *Oecologia* 148 (4): 692-701. doi:10.1007/s00442-006-0413-4.PMID 16568278.
- KEMP, P. F.; COLE, J. J.; SHERR, B. F.; SHERR E. B. (1993). *Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology*. CRC Press
- KOFOID, C.A. (1903). The plankton of the Illinois river, 1894-1899, with introductory notes upon the hydrography of the Illinois river and its basin. *Bull. of the Illinois State Labororatory of Natural History*, VIII.
- KOMÁREK J. (2013) *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/3: Cyanoprokaryota: 3. Teil / 3rd part: Heterocytous Genera (German Edition)*
- KOMÁREK J. *et al.* (2005) *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/2: Cyanoprokaryota: Bd. 2 / Part 2: Oscillatoriales: Oscillatoriales Pt. 2*
- KOMÁREK J. *et* HAUER T. (2013): CyanoDB.cz - On-line database of cyanobacterial genera. - Word-wide electronic publication, Univ. of South Bohemia & Inst. of Botany AS CR, <http://www.cyanodb.cz>
- Komárek J. *et* Mareš J. (2011): *An update to modern taxonomy of freshwater planktic heterocytous cyanobacteria* - Hydrobiologia DOI 10.1007/s10750-012-1027-y
- KOMAREK, J. *et* FOTT, B. (1983). *Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwassers. In: Das Phytoplankton des Süßwassers (Die Binnengewässer) XVI. (Huber-Pestalozzi, G. Eds), pp. 1-1044. Stuttgart: Schweizerbart'sche.*
- KOMAREK, J.; MARVAN, P. (1992). Morphological differences in natural populations of the genus *Botryococcus* (Chlorophyceae). *Arch. Protistenkd.* 141: 65-100.

- KOMAREK, J.; FOTT, B. (1983). *Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales*. In: Huber-Pestalozzi, G. (ed.), *Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie*. 7 Teil. E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1044 pp.
- KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. (1991). Bacillariophyceae. 3. Teil: *Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. In Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. et Mollenhauer, D. (Eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 2(3): 1-576. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, Germany.
- KRIENITZ, L.; HEHMANN, A. ; CASPER, S. J. (1997). The unique phytoplankton community of a highly acidic bog lake in Germany. *Nova Hedwigia* 65 (1-4): 411-430.
- KRISTIANSEN, J. (1986). Silica-scale bearing Crysophytes as environmental indicators. *Br. Phycol. J.* 21: 425-436.
- KUDO, RICHARD, R. (1966). *Protozoology*. Thomas Books.
- KÜTZING, F.T. (1844). *Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [I-VII], [1]-152, pls 1-30.
- LACHAVANNE, J. B. (1980). Les manifestations de l'eutrophisation des eaux dans un grand lac profond: le Léman (Suisse). *Schweiz. Z. Hydrol.* 42: 127-152.
- LADRERA FERNÁNDEZ, R. (2012) *Estudio del estado ecológico de los cursos fluviales del parque natural sierra de cebollera (La Rioja) en base a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos*. Universitat de Girona. 53 pp.
- LADRERA, R.; GOMÀ, J.; PRAT, N. (2016) *Regional distribution and temporal changes in density and biomass of *Didymosphenia geminata* in two Mediterranean river basins* *Aquatic Invasions*, 11, 4: 355-367 DOI: <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2016.11.4.02>
- LAMPERT, W.; SOMMER, U. (1997). *Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams*. Translated by James F. Haney, Oxford University Press, Oxford, pp. 382.
- LANGE, R.; HUTCHINSON, T.H.; CROUDACE, C.P.; SIEGMUND, F.; SCHWEINFURTH, H.; HAMPE, P.; PANTER, G.H.; SUMPTER, J.P. (2001). Effects of the synthetic estrogen 17 alpha-ethinylestradiol on the life cycle of the fathead minnow. *Environ. Toxicol. Chem.*, 20(6): 1216-1227.
- LE COHU, R.; GUITARD, J.; COMOY, N.; BRABET, J. (1989). *Gonyostomum semen* (Raphidophycées), nuisance potentielle des grands réservoirs français? L'exemple du lac de Pareloup. *Arch. Hydrobiol.* 117: 225-236.
- LEAKEY, R. J. G.; BURKILL, P. H.; SLEIGH, M. A. (1994). A comparison of fixatives for the estimation of abundance and biovolume of marine planktonic ciliate populations. *J. Plankton Res.* 16, 375-389.
- LEE, E.R. (1999). *Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp 614.

- LEHN, H. (1967). Die Veränderungen des Phytoplanktonbestandes im Bodensee I. Fluktuationen von *Tabellaria fenestrata* 1890-1967. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 54,3: 367-411.
- LEIDY, J. (1879) *Fresh-Water Rhizopods of North America*. United States. Geological and Geographical Survey of the Territories. v. 12
- LEWIN, J.; HELLEBUST, J. A. (1975). Heterotrophic nutrition of the marine pennate diatom *Navicula pavillardii* Hustedt. *Can. J. Microbiol.* 21 (9):1335-42.
- LUND, J.W.G. (1950). *Studies on Asterionella formosa* Hass II. *Nutrient depletion and the spring maximum. Part I. Observations on Windermere, Esthwaite Water and Blelham Tarn*. *Journal of Ecology* 38: 1-14.
- LYNGBYE, H.C. (1819). *Tentamen hydrophytologiae danicae continens omnia hydrophyta cryptogama Daniae, Holsatiae, Faeroae, Islandiae, Groenlandiae hucusque cognita, systematice disposita, descripta et iconibus illustrata, adjectis simul speciebus norvegicis*. pp. [I]-XXXII, [1]-248, 70 pls. Hafniae [Copenhagen]: typis Schultzianis, in commissis Librariae Gyldendaliae.
- MAKAREWICZ J.C.; BERTRAM P. (1991). A lakewide comparison study of phytoplankton biomass and its species composition in Lake Huron, 1971 to 1985 *J. Great Lakes Res.* 17(4):553-564. *Internat. Assoc. Great Lakes Res.*
- MARGALEF, R. (1955). Comunidades dulceacuicolas del NW de España. *Publ. Inst. Biol. Apl.* 21: 5-31.
- MARGALEF, R. (1956). Algas de agua dulce del NW de España. *Publ. Inst. Biol. Aplic.*, 22:43-152.
- MARGALEF, R.; PLANAS, M.D.; ARMENGOL, J.; VIDAL, A.; PRAT, N.; GUISET, A.A.; TOJA, J; ESTRADA, M. (1977). *Limnología de los embalses españoles*. MOPU. Madrid.
- MARTENS, P. (1940). *La locomotion des diatomées*. *La Cellule*, 48: 277-306.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. ; TUNDISI, J.G. ; LUZIA, A. P.; DEGANI, R. M. ((2010). *Occurrence of Ceratium furcoides (Levander) Langbans 1925 bloom at the Billings Reservoir, São Paulo State, Brazil*. *Braz. J. Biol.*, 70, 3 (suppl.) 825-829.
- MEICHTRY DE ZABURLIN, N.; BOLTOVSKOY, A.; COSTIGLIOLO ROJAS, C.; RODRIGUEZ, R. M. (2014). Primer registro del dinoflagelado invasor *Ceratium furcoides* (Levander) Langbans 1925 en la Argentina y su distribución en el área de influencia del Embalse Yacyretá (río Paraná, Argentina-Paraguay) *Limnetica*, 33 (1): 153-160.
- MENDER-DEUER, S.; LESSARD, E. ; SATTERBERG, J. (2001). Effect of preservation on dinoflagellate and diatom cell volume and consequences for carbon biomass predictions. *Mar. Ecol. Progress Ser.*, 222, 41-50.
- MONTAGNES, D. J. S.; BERGES, J. A.; HARRISON, P. J. *et al.* (1994). Estimating carbon, nitrogen, protein and chlorophyll a from volume in marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 39, 1044- 1060.

- MOORE, J. W. (1971). Patterns of distribution of phytoplankton in Northern Canada. *Nova Hedwigia* 21: 923-1035.
- MOORE, J. W. (1978). Distribution and abundance of phytoplankton in 153 lakes, rivers, and pools in the Northwest Territories. *Can. J. Bot.* 56: 1765-1773.
- MOSS, B. (1980). *Ecology of Fresh Waters*. Blackwell, Oxford, 332 pp.
- MOUSTAKA-GOUNI, M.; TSEKOS, I. (1989). The structure and dynamics of the phytoplankton assemblages in Lake Volvi, Greece. II. Phytoplankton biomass and environmental factors. *Arch. Hydrobiol.* 115: 575-588.
- NYGAARD, G. (1978). Freshwater phytoplankton from the Narssaq Area, South Greenland. *Bot. Tidssk.* 73: 3-4.
- OECD (1982). *Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control*. Paris, 154 pp.
- OLSÉN, P.; WILLÉN, E. (1980). Phytoplankton response to sewage reduction in Vättern, a large oligotrophic lake in Central Sweden. *Arch. Hydrobiol.* 89: 171-188.
- PATRICK, R.; REIMER, C. W. (1966). *The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Volume 1: Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnantheaceae, Naviculaceae*. pp. 688. Philadelphia: Academy of Natural Sciences.
- PATTERSON, D.J. (2003) *Free-Living Freshwater Protozoa*. ASM Press. 223 pp.
- PAWLOWSKI, J. et BURKI, F. (2009) *Untangling the Phylogeny of Amoeboid Protists I*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 56: 16-25. DOI:10.1111/j.1550-7408.2008.00379.x
- PENARD, E. (1902) *Faune Rhizopodique du Bassin du Léman*. Genève, H. Kundig.
- PEREIRA CAVALCANTE, K.; CONTE ZANOTELLI, J.; MÜLLER, C. C.; DORNELLES SCHERER, K.; KARL FRIZZO, J.; VEIGA LUDWIG, T. A.; DE SOUZA CARDOSO, L. (2013). First record of expansive *Ceratium* Schrank, 1793 species (Dinophyceae) in Southern Brazil, with notes on their dispersive patterns in Brazilian environments. *Check List* 9 (4): 862-866.
- PETROVA, N. A. (1987). The phytoplankton of Ladoga and Onega lakes and its recent successional changes. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 25: 11-18.
- PREMAZZI, G.; CHIAUDANI, G. (1992). *Ecological quality of surface waters*. European Communities-Commission. EUR 14563. Environment Quality of Life Series, B.
- PRIDDLE, J.; HAPPEY-WOOD, C. M. (1983). Significance of small species of chlorophyta in freshwater phytoplankton communities with special reference to five Welsh Lakes. *J. Ecol.* 71: 793-810.
- PROTIST INFORMATION SERVER (2016) World-wide electronic publication <http://protist.i.hosei.ac.jp/>

- REYNOLDS, C. S. (1988). *Funcional morphology and the adaptative strategies of freshwater phytoplankton*. In Sandgren, C.D. (ed.), *Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge: 388–426.
- REYNOLDS, C. S. (1996). Further remarks on phytoplankton ecology and trophic degree: community structure and dynamics in relation to the trophic spectrum. *Water-blooms. Biol. Rev.* 50: 437–481.
- ROSÉN, G. (1981). Phytoplankton indicators and their relations to certain chemical and physical factors. *Limnologica* (Berlin) 13: 2263–2290.
- ROUND, F. E. (1957). Studies on bottom-living algae in some lakes of the English Lake District. *J. Ecol.* 45: 649–664.
- ROUND, F. E. (1981). *The Ecology of Algae*. Cambridge University Press.
- ROWAN, K. S. (1989). *Photosynthetic Pigments of Algae*. Cambridge University Press.
- RYAN J.; STUART E. J.; EILER, A.; MCMAHON, K.D.; BERTILSSON, S. (2011) *A Guide to the Natural History of Freshwater Lake Bacteria*. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 75:1, 14–49. DOI: 10.1128/MMBR.00028-10
- SCHLEGEL, I.; KOSCHEL, R.; KRIENITZ, L. (1998) *On the occurrence of Phacotus lenticularis (Chlorophyta) in lakes of different trophic state* *Hydrobiologia* 369: 353. DOI:10.1023/A:1017019925927
- SCHLEGEL, I.; KRIENITZ, L.; HEPPERLE, D. (2000) *Variability of calcification of Phacotus lenticularis (Chlorophyta, Chlamydomonadales) in nature and culture* *Variability of calcification of Phacotus lenticularis (Chlorophyta, Chlamydomonadales) in nature and culture*. *Phycologia*. 39: 4, 318–322, DOI: <http://dx.doi.org/10.2216/i0031-8884-39-4-318.1>
- SCHRÖTER, C. (1896). *Die schwebeflora unserer seen: (Das phytoplankton)*. University of Michigan Library.
- SHEATH, R. G.; HELLEBUST, J. A. (1978). Comparison of algae in the euplankton, tychoplankton, and periphyton of a tundra pond. *Can. J. Bot.* 56: 1472–1483.
- SHEATH, R. G.; STEINMAN, A. D. (1982). A checklist of freshwater algae of the Northwest territories, Canada. *Can. J. Bot.* 60: 1964–1997.
- SIEMENSMA, F. J. (2016) *Microworld, world of amoeboid organisms*. World-wide electronic publication, Kortenhoef, the Netherlands. <http://www.arcella.nl>.
- SIVONEN, K.; JONES G. (1999) *Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management*. Ingrid Chorus y Jamie Bartram, Eds.
- SOMMER, U. (1988). *Growth and survival strategies of planktonic diatoms*. In Sandgren, C.D. (ed.), *Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge: 227–260.
- SOURNIA, A. (1978). *Phytoplankton Manual*. UNESCO, 337 pp.

- SPAULDING, S. A., WARD, J. V.; BARON, J. (1993). *Winter phytoplankton dynamics in a subalpine lake, Colorado, USA. Arch. Hydrobiol.* 129: 179-198.
- STAUBER, J. L.; JEFFREY (1988). Photosynthetic pigments in fifty-one species of marine diatoms. *Journal of Phycology* 24: 158-172.
- STOECKER, D. K.; GIFFORD, D. J.; PUTT, M. (1994). Preservation of marine planktonic ciliates: losses and cell shrinkage during fixation. *Mar. Ecol. Progress. Ser.* 110, 293-299.
- STOERMER, E.F.; KREIS, R.G. JR.; ANDRESEN, N.A. (1999). Checklist of Diatoms from the Laurentian Great Lakes. II. *Journal of Great Lakes Research* 25(3): 515-566.
- TASSIGNY, M. (1973). Observations des variations qualitatives des populations des Desmidiées dans quelques étangs mésotrophes et dystrophes. *Beih. Nova Hedwigia* 42: 283-316.
- THOMAS, K. (1996). *Freshwater fungi. In Introductory Volume to the fungi* (Part 2). Fungi of Australia, Vol. 1B. Australia: ABRIS.
- TILMAN, D.; KIESLING, R.; STERNER, R.; KILHAM, S.S.; JOHNSON, F. A. (1986). Green, bluegreen and diatom algae. Taxonomic differences in competitive ability for phosphorus, silicon and nitrogen. *Arch. Hydrobiol.* 106 (4): 473-485.
- TILMAN, D.; KILHAM, S.S. (1976). Phosphate and silicate growth and uptake kinetics of the diatoms *Asterionella formosa* and *Cyclotella meneghiniana* in batch and semicontinuous culture. *Journal of Phycology* 12: 375-383.
- TILZER, M.M. et BEESE, B. (1988) The seasonal productivity cycle of phytoplankton and controlling factors in Lake Constance. *Swiss journal of hydrology.* 50,1: 1-39.
- TOMÁS, P. et al., (2013). Distribución y ecología de algunas especies de rodófitos (Rhodophyta) en la cuenca del río Ebro. *Limnetica*, 32(1): 61-70.
- TURTON, C. L. ; MCANDREWS, J. H. (2006). Rotifer loricas in second millennium sediment of Crawford Lake, Ontario, Canada. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141, 1-6.
- WEHR, J.D. et SHEATH, G. (2003). *Freshwater algae of North America*. Academic Press. NY.
- WEST G.S. (1904) *A treatise on the British freshwater Algae*. Cambridge University Press.
- WOJCIECHOWSKA, W.; KRUPA, D. (1992). Many years' and seasonal changes in phytoplankton of lakes of Polesie National Park and its protection zone. *Ekol. Pol.* 40 (3): 317-332.
- WOJCIECHOWSKA, W.; PECZULA, W.; ZYKUBEK, A. (1996). Long-term changes in protected lakes (Sobibór Landscape Park, Eastern Poland). *Ekol. Pol.* 44 (1-2): 179-191.

- Woods, P. F. (1997). Eutrophication potential of Payette Lake, Idaho.U.S. Geological Survey. *Water-Resources Investigations Report* 97-4145.
- YONG, Y. *et* LEE, Y.-K. (1991). Do carotenoids play a photoprotective role in the cytoplasm of *Haematococcus lacustris* (Chlorophyta)? *Phycologia*, 30, 257-261.
- ZUBIA, I. (1921). *Flora de La Rioja (Logroño)*. Vol. II. 213 pp. Impr. Librería Moderna. Logroño.