

anuario  
2000  
INSTITUTO  
DE ESTUDIOS  
ZAMORANOS  
FLORIAN  
DE OCAMPO





# **ANUARIO 2000**

INSTITUTO DE ESTUDIOS ZAMORANOS  
«FLORIÁN DE OCAMPO» (C.S.I.C.)





**anuario**  
**2000**  
**INSTITUTO**  
**DE ESTUDIOS**  
**ZAMORANOS**  
**FLORIAN**  
**DE OCAMPO**



# ANUARIO DEL I.E.Z. FLORIÁN DE OCAMPO

I.S.S.N.: 0213-82-12

Vol. 17 – 2000 –

EDITA:

INSTITUTO DE ESTUDIOS ZAMORANOS «FLORIÁN DE OCAMPO»

*Directora:* Carmen Seisdedos Sánchez

*Secretario de redacción:* José-Andrés Casquero Fernández

*Consejo de redacción:* Miguel Gamazo Pelaz, Justo Rubio Cobos, Pedro García Álvarez, Hortensia Larrén Izquierdo, Eusebio González García, Bernardo Calvo Brioso, Juan-Andrés Blanco Rodríguez, Tomás Pierna Beloso, Concepción Rodríguez Prieto, Tránsito Pollos Monreal, Eugenio García Zarza.

*Secretaría de redacción:* Instituto de Estudios Zamoranos «Florián de Ocampo»  
Diputación Provincial de Zamora  
C/. Ramos Carrión, 11 - 49001 Zamora (España)  
Correo electrónico: [iez@helcom.es](mailto:iez@helcom.es)

## SUSCRIPCIONES, PRECIOS E INTERCAMBIO:

Instituto de Estudios Zamoranos «Florián de Ocampo»  
Diputación Provincial de Zamora  
C/. Ramos Carrión, 11 - 49001 Zamora (España)  
Correo electrónico: [iez@helcom.es](mailto:iez@helcom.es)

Los trabajos de investigación publicados en el ANUARIO DEL I.E.Z. «FLORIÁN DE OCAMPO» recogen, exclusivamente, las aportaciones científicas de sus autores. El Anuario declina toda responsabilidad que pudiera derivarse de la infracción de la propiedad intelectual o comercial.

© Instituto de Estudios Zamoranos «Florián de Ocampo»  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.)  
Diputación Provincial de Zamora

*Diseño de portada:* Ángel-Luis Esteban Ramírez

*Imprime:* HERALDO DE ZAMORA, artes gráficas. Santa Clara, 25  
49015 Zamora (España)

Depósito Legal: ZA - 297 - 1988

# ÍNDICE



## ARTÍCULOS

ARQUEOLOGÍA .....	15
Gregorio José Marcos Contreras, Jesús Carlos Misiego Tejada, Miguel Ángel Martín Carbajo, Francisco Javier Sanz García, M <sup>a</sup> Isabel García Martínez, Francisco Javier Ollero Cuesta: <i>Reocupación de un espacio agrícola en época calcolítica y medieval: el yacimiento de «La Cascajera», en Molacillos (Zamora)</i> .....	17
Miguel Ángel Martín Carbajo, Francisco Javier Sanz García, Gregorio José Marcos Contreras, Jesús Carlos Misiego Tejada, Luis Alberto Villanueva Martín, Roberto Redondo Martínez: <i>Poblamiento hispano-visigodo en Zamora: un fondo de cabaña en «Los Billares»</i> .....	37
Francisco Javier Sanz García, Miguel Ángel Martín Carbajo, Gregorio José Marcos Contreras, Jesús Carlos Misiego Tejada, Ana Sandoval Rodríguez, Guadalupe Sánchez Bonilla: <i>Intervención arqueológica en el solar de la calle San Bernabé, s/n. de Zamora</i> .....	47
Francisco Javier Sanz García, Miguel Ángel Martín Carbajo, Gregorio José Marcos Contreras, Jesús Carlos Misiego Tejada, Roberto Redondo Martínez, Pedro Francisco García Rivero: <i>Excavación arqueológica en el n.º 14 de la calle de la Vega de Zamora</i> .....	67
Luis Alberto Villanueva Martín, Miguel Ángel Martín Carbajo, Gregorio José Marcos Contreras, Francisco Javier Sanz García, Jesús Carlos Misiego Tejada, Emilia Fernández Orallo: <i>Un taller de orfebrería de época bajomedieval y moderna, bajo los restos de la iglesia y convento de Nuestra Señora de la Concepción, de Zamora</i> .....	79

Ana Isabel Viñé Escartín y Mónica Salvador Velasco: <i>Nuevos datos acerca de la necrópolis de Santa María de la Horta y de las dependencias asociadas al cuartel de caballería. Zamora</i> .....	113
Ana María Sandoval Rodríguez, Miguel Ángel Martín Carbajo, Francisco Javier Sanz García, Gregorio José Marcos Contreras, Jesús Carlos Misiego Tejeda, Luis Alberto Villanueva Martín: <i>Trabajos arqueológicos anexos a la restauración de la antigua Alhóndiga del Pan, en Zamora</i> .....	121
Mónica Salvador Velasco y Ana Isabel Viñé Escartín: <i>Estudio de paramentos de la «Casa de los Gigantes». Zamora</i> .....	141
Miguel-Ángel Hervás y Manuel Retuerce: <i>Intervención arqueológica en el Fuerte de Carbajales de Alba (Zamora)</i> .....	157
José-Ramón Ortiz del Cueto y Laura López Covacho: <i>Prospecciones arqueológicas en la alta Sanabria: resultados etnográficos pastoriles</i> .....	185
<b>BIOLOGÍA</b> .....	207
Ana-Isabel Negro: <i>Lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera. Características físico-químicas y fitoplancton</i> .....	209
<b>DERECHO</b> .....	257
Mónica Rodrigo de la Bárcena: <i>La gestión tributaria del impuesto sobre el incremento del valor de los terrenos de naturaleza urbana en el municipio de Zamora</i> .....	259
<b>ETNOGRAFÍA</b> .....	283
Carlos Carricajo Carbajo: <i>Esgrafiados modernos del pueblo de Cañizo</i> .....	285
<b>HISTORIA</b> .....	335
María de los Ángeles Martín Ferrero: <i>Las aceñas de la ciudad de Toro (1460-1999)</i> .....	337
María Isabel Pérez López: <i>Población y estructura socioprofesional de la ciudad de Toro (siglos XVI-XVII)</i> .....	381
Elías Rodríguez Rodríguez: <i>Los Hospitales de Villafáfila en los siglos XVI-XVIII</i> .....	431
<b>LINGÜÍSTICA</b> .....	447
Pascual Riesco Chueca: <i>Medio natural y poblamiento en la toponimia mayor de Zamora</i> .....	449

SOCIOLOGÍA .....	501
Almudena Moreno Domínguez: <i>La situación económica de las familias monoparentales en Castilla y León y Zamora</i> .....	503
 <b>CONFERENCIAS</b>	
«ZAMORA Y CARLOS V» .....	557
Asterio-Miguel del Brío Mateos: <i>El maestro Florián de Ocampo</i> .....	559
José-Carlos Rueda Fernández: <i>Entre dos crisis, ca. 1520-1560. Zamora en la época del emperador</i> .....	569
«CIENCIA Y TECNOLOGÍA» .....	585
Jesús Mosterín: <i>El desvelamiento del genoma humano</i> .....	587
 MEMORIA DE ACTIVIDADES .....	
Memoria año 2000 .....	597
Memoria año 2000 .....	599
 NECROLÓGICAS .....	
Asterio-Miguel del Brío Mateos .....	611
Antonio Matilla Tascón .....	613
Antonio Matilla Tascón .....	615
Salvador Calabuig Laguna .....	617
 NORMAS DE PUBLICACIÓN .....	
Normas para los autores sobre la publicación de artículos en el Anuario del I.E.Z. «Florián de Ocampo» .....	619
Normas para los autores sobre la publicación de artículos en el Anuario del I.E.Z. «Florián de Ocampo» .....	621
 RELACIÓN DE SOCIOS DEL I.E.Z. ....	
Relación de socios .....	623
Relación de socios .....	625





# ARTÍCULOS







# LAGUNAS Y TURBERAS DE LAS SIERRAS SEGUNDERA Y CABRERA. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y FITOPLANCTON

ANA ISABEL NEGRO\*

## INTRODUCCIÓN

### Los lagos y lagunas de montaña

La práctica totalidad de lagos y lagunas de montaña en la Península Ibérica se han formado como consecuencia de la acción del glaciario cuaternario, especialmente durante la fase Würm (hace 15.000 años), que solamente afectó a los sistemas montañosos más altos de nuestra geografía (CASADO y MONTES, 1995).

A diferencia de los ambientes de zonas bajas, los lagos de montaña están dominados por unos pocos parámetros extremos (BRETSCHKO, 1995): la temperatura atmosférica, la radiación y la influencia de la geología en la química del agua.

1. Temperatura atmosférica. Los lagos de montaña, especialmente los más someros, efectúan rápidas ganancias y pérdidas de calor, y se muestran muy sensibles a los cambios de temperatura atmosférica (MORALES-BAQUERO *et al.*, 1992). Durante el invierno se forma una capa de hielo superficial, a veces de gran espesor, que permanece durante varios meses y que condiciona las características ecológicas de estos ecosistemas.
2. Radiación visible. En invierno es muy baja debido al horario solar reducido, el efecto de la sombra de las montañas circundantes y sobre todo la cubierta de hielo y nieve que cubre la superficie del agua. Bajo una capa de hielo con espesa cubierta nival, la luz puede desaparecer incluso a 1 m de profundidad (WETZEL, 1981). La radiación sin embargo se incrementa bruscamente al llegar el deshielo, llegando la zona fótica a ser más pro-

\* Área de Ecología. Facultad de Biología. Universidad Salamanca. Campus Miguel de Unamuno, 37071 Salamanca.

funda que la termoclina o alcanzando el fondo en los lagos poco profundos (CATALÁN *et al.*, 1992). Las comunidades fitoplanctónicas deben adaptarse a la alternancia de periodos con escasa radiación solar y periodos con abundante radiación. Por ello, los lagos de montaña son ambientes de especial interés para investigar los mecanismos de fotoadaptación (CATALÁN *et al.*, 1992).

3. La geología de la cuenca. Es el factor que determina de forma más importante la composición iónica del agua. Los terrenos con rocas de naturaleza cristalina sencilla hacen que el contenido iónico del agua sea escaso, y por tanto la conductividad de la misma muy baja, algo bastante frecuente en lagos de montaña (BRETSCHKO, 1995).

### **Los humedales. Turberas**

Los humedales o zonas húmedas engloban aquellos ambientes de aguas someras, con abundante presencia de vegetación, y donde existe una gran interacción entre el medio acuático y el terrestre. Un humedal es un sistema que posee, al menos, alguna de las siguientes características (CASADO y MONTES, 1995; COWARDIN & GOLET, 1995): una lámina de agua somera, permanente o temporal, o una superficie freática próxima o al mismo nivel del suelo (es el factor más importante); suelos hidromorfos (formados en condiciones de saturación de agua) y vegetación predominante de hidrófitos o higrófitos, al menos periódicamente. Son sistemas sometidos a fuertes variaciones temporales en las condiciones físicas y químicas, y con una alta complejidad espacial (CASADO y MONTES, 1995).

Uno de los tipos de humedales más sensibles pero menos conocidos en nuestro país son las turberas. Son sistemas que se han formado en condiciones de elevadas precipitaciones y alta humedad relativa (WETZEL, 1981). Por ello la mayor parte de las áreas turbosas de la Tierra se encuentra en el Hemisferio Norte, en países del norte de Europa, norte de Estados Unidos y Canadá (GORE, 1983). En los países menos húmedos únicamente se encuentran en las zonas montañosas, como es el caso de la Península Ibérica, donde el mayor número de turberas se localiza en los Pirineos, así como en la Cordillera Cantábrica, Sierra Segundera (Zamora), y localmente en el Sistema Ibérico y Sierra Nevada (ALDASORO *et al.*, 1996 b).

Las turberas se caracterizan por la presencia de musgos, principalmente del género *Sphagnum*. Los esfagnos son capaces de retener agua gracias a las peculiaridades de sus células y tejidos, incluso en épocas de sequía (MARTIN, 1982; INGRAM, 1983). La capa de esfagnos puede alcanzar varios metros de espesor. Las partes proximales de los tallos van muriendo y, junto con los restos de otras plantas, se van acumulando.

do y descomponiendo lentamente (debido a las bajas temperaturas), formándose la denominada «turba» (ver CLYMO, 1983 y DICKINSON, 1983).

Entre las características más destacables de las turberas podemos citar:

1. La estabilidad de los niveles de agua a lo largo del año, lo que permite, a diferencia de otros humedales, el desarrollo de briófitos (ZOLTAI & VITT, 1995).
2. La escasa mineralización del agua y su pobreza en nutrientes. Su localización, preferentemente en la parte alta de las cuencas, hace que el agua no haya incorporado aún sales disueltas procedentes de las rocas.
3. Los bajos valores de pH, que pueden llegar a ser de 3,0 (generalmente en torno a 4,5). La acidez del agua en las turberas es debida a su alto contenido en ácidos húmicos (producidos por *Sphagnum* y otras plantas), las reacciones de óxido-reducción de compuestos sulfurados, el régimen hidrológico y sobre todo la capacidad de intercambio de cationes de *Sphagnum* (KILHAM, 1982; PROCTOR, 1995). Entre los esfagnos y el agua circundante se dan una serie de procesos químicos encaminados a acumular los escasos cationes que existen en las turberas. Los musgos toman los cationes del medio, especialmente  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , intercambiándolos con  $\text{H}^+$ , y los acumulan en sus paredes celulares (KILHAM, 1982).
4. En las turberas se genera una gran heterogeneidad espacial y por tanto una alta variedad de microhábitats, que permite a su vez la existencia de una gran diversidad biológica. De ahí la importancia de las turberas desde el punto de vista botánico y zoológico. A esto hay que añadir la presencia en ellas de especies con distribución muy restringida, algunas de ellas reliquias de la época glaciaria (ALDASORO *et al.*, 1996 b).

En función de la concentración y procedencia de nutrientes disueltos en el agua y las características hidrológicas podemos distinguir dos tipos de turberas (GORE, 1983; INGRAM, 1983; EUROLA & HOLAPPA, 1985; ZOLTAI & VITT, 1995; BRIDGHAM, 1996): turberas ombrotróficas y minerotróficas.

Las turberas ombrotróficas están alimentadas fundamentalmente por el agua de las precipitaciones atmosféricas (lluvia y nieve). Estas turberas son ácidas, no alcalinas, y la mayor parte de nutrientes están inmovilizados en los esfagnos. Los únicos posibles ejemplos de este tipo de turberas en España han sido afectados por la extracción de turba (ALDASORO *et al.*, 1996 b).

En las turberas minerotróficas, aunque parte del agua procede de la precipitación atmosférica, las recargas más importantes llegan desde el suelo, y por tanto la

cantidad de iones en el agua depende de la composición química de las rocas (TALLIS, 1983). La mineralización del agua de estas turberas es más elevada que en el caso de las ombrotóficas, aunque en las turberas minerotróficas hay gran diversidad, desde turberas minerotróficas alcalinas (altamente influenciadas por el agua procedente del terreno circundante y del subsuelo) hasta turberas minerotróficas pobres (no alcalinas y ácidas), muy próximas por sus características a las turberas ombrotóficas.

Las turberas minerotróficas pueden tener orígenes diferentes. Algunas se forman a partir de lagos o lagunas más o menos profundos que sufren un proceso de colmatación y posteriormente son invadidos por cárcices o esfagnos. Se pueden denominar turberas de cuenca. Otras turberas pueden originarse en cuencas por las que discurren ríos o arroyos, y a veces tienen canales de agua entre la vegetación que dan a la turbera un aspecto de laberinto. Un tercer grupo de turberas minerotróficas se forman en laderas de montaña donde la humedad permite el asentamiento de los esfagnos.

### **Protección de lagunas y humedales de montaña**

El estado de conservación de las lagunas y humedales de montaña españoles es en general aceptable por la difícil accesibilidad y las rigurosas condiciones meteorológicas de las zonas donde se encuentran (FERNÁNDEZ SAÑUDO *et al.*, 2000). Pero no han escapado de diversos impactos: represamiento para aprovechamiento hidroeléctrico o para riego, la influencia de la ganadería y la presión turística. A éstos hay que añadir otros, como la creación de cotos de pesca (ANTÓN, 2000), la introducción de especies piscícolas alóctonas (ALMODÓVAR & ELVIRA, 2000; GRANADOS *et al.*, 2000), o la extracción de turba en turberas, que, aunque con un volumen mucho menor que en otros países, provoca un mayor daño debido a las dimensiones más reducidas de nuestras turberas (ALDASORO *et al.*, 1996b).

Muchas de las lagunas y humedales de montaña españoles se encuentran en algún Espacio Natural Protegido, que, debido al atractivo turístico que ofrecen, concentran cada vez a un mayor número de visitantes. Son necesarias medidas de protección, ya que estos ecosistemas son muy sensibles a cualquier tipo de alteración. Hay que considerar además que albergan especies de gran interés, muchas de ellas utilizadas como bioindicadores paleolimnológicos, y que algunos de estos sistemas, como las turberas, son muy escasos en nuestro país. La conservación de estas lagunas y humedales requiere por tanto de una adecuada gestión, que resultará ineficaz si no se tiene conocimiento de sus características ecológicas básicas. La laguna de Peñalara (Sistema Central) constituye un ejemplo del empleo de los estudios limnológicos y paleolimnológicos como herramienta de gestión (VIELVA, 2000; GRANADOS *et al.*, 2000).



## ANTECEDENTES Y OBJETIVO

La mayor parte de los estudios limnológicos efectuados en las sierras Segundera y Cabrera se han centrado en el Lago de Sanabria. Los primeros trabajos, algunos bastante antiguos, fueron muy esporádicos (BACHMANN, 1913; HALBFASS, 1913; TABOADA, 1913; MARGALEF, 1955; PLANAS, 1991). Los más recientes se han basado en un seguimiento continuo y prolongado: ALDASORO *et al.* (1992), VEGA *et al.* (1992) y especialmente DE HOYOS (1996), DE HOYOS *et al.* (1998), DE HOYOS & COMÍN (1999) y DE HOYOS *et al.* (2000), tratan detalladamente las características físico-químicas y el fitoplancton del Lago.

Respecto a las lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera, los estudios efectuados hasta la fecha son escasos y solamente tratan algunos de los ecosistemas. En los trabajos de HALBFASS (1913), BACHMANN (1913) y MARGALEF (1955) se incluyen algunas lagunas de la sierra Segundera. Los dos últimos se centran en las comunidades fitoplanctónicas. Algunos datos sobre el origen, características morfológicas, físico-químicas y biológicas de varias de las lagunas se recogen en ALDASORO *et al.* (1984) y VEGA *et al.* (1991). Recientemente se han publicado algunos trabajos que se centran en la vegetación macrofítica de turberas incluidas en el presente estudio (ALDASORO *et al.*, 1996 a y b, 2000).

El objetivo del presente trabajo es estudiar las características físico-químicas y el fitoplancton de todo el conjunto de lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera. Este estudio se abordará desde dos vertientes: caracterización general de los ecosistemas y evolución estacional de las variables estudiadas.

## ÁREA DE ESTUDIO

### Localización

La mayor parte de los ecosistemas estudiados se localizan en la sierra Segundera y la parte más occidental de la sierra Cabrera Baja (noroeste de la provincia de Zamora), dentro del Parque Natural del Lago de Sanabria y sus alrededores (figura 1). Aquí el terreno forma una altiplanicie con una altitud media de 1.600 m, sobre la que se elevan algunos picos de más de 2.000 m (como Peña Trevinca y Moncalvo). La zona forma parte de la cuenca del río Tera, en cuyo curso se encuentra el Lago de Sanabria (a 1.000 m de altitud). Los ríos Segundera y Cárdena (sierra Segundera) y Forcadura (sierra Cabrera Baja) son los principales afluentes del río Tera en la zona de estudio.

Las lagunas Truchas y Truchillas se localizan al este de la sierra Cabrera Baja, alejadas del núcleo anterior.

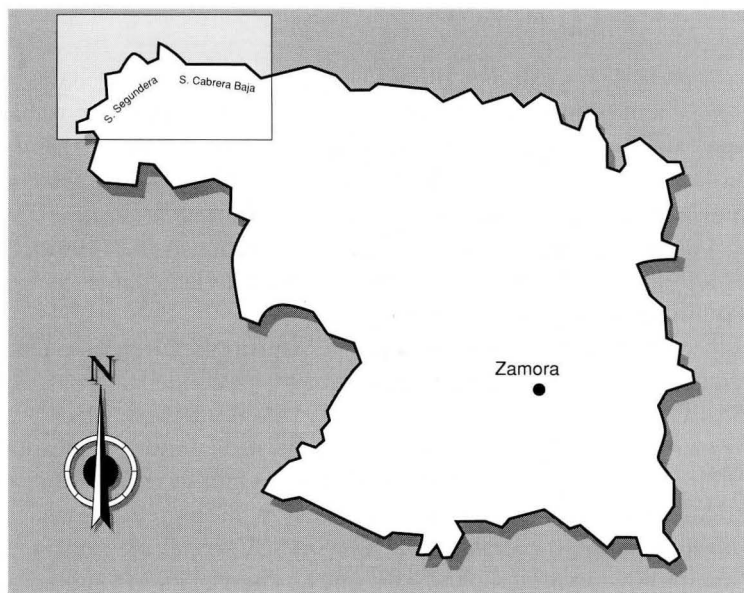


FIGURA 1. Localización geográfica del área de estudio.

En la tabla 1 se indica el nombre, altitud, localización y tipo de cada uno de los ecosistemas estudiados. Muchas de las turberas (generalmente de pequeño tamaño) no se encuentran indicadas en los mapas topográficos.

### Geología

Durante el Cámbrico y Ordovícico inferior se produjo en la zona un importante proceso de sedimentación y aporte de materiales volcánicos que fueron posteriormente plegados y metamorizados durante la orogenia Herciniana, erosionados en la era Secundaria y de nuevo elevados por la orogenia Alpina (era Terciaria) (MARTÍNEZ GARCÍA, 1971, 1973; VEGA y ALDASORO, 1994). En las etapas glaciares del Cuaternario se estableció un glaciar de casquete que suavizó las cumbres de las montañas formándose una penillanura que quedaría salpicada de lagunas al retirarse los hielos. La lengua principal de avance del glaciar excavó una depresión ocupada actualmente por el Lago de Sanabria (VEGA y ALDASORO, 1994).

Los terrenos que se encuentran dentro de la zona estudiada están formados por rocas plutónicas y metamórficas de edades correspondientes a los primeros perio-

Nombre	Altitud (m)	U.T.M. 29T	Tipo
Aguas Cernidas	1810	PG8272	Laguna
Clara	1600	PG8165	Laguna
Cuadro	1690	PG8368	Laguna
Lacillo	1700	PG8274	Laguna
Mancas	1618	PG8367	Laguna
Patos	1990	PG8578	Laguna
Payón	1590	PG8367	Laguna represada
Peces	1690	PG8771	Laguna represada
Pedralba	1729	PG7960	Laguna
Pedrina	1730	PG8264	Laguna
Piatorta	1875	PG8276	Laguna
Roya	1630	PG8267	Laguna
Sanabresa	1745	PG7860	Laguna
Sotillo	1580	PG8363	Laguna represada
Truchas (León)	1754	QG0774	Laguna
Truchillas (León)	1860	QG0675	Laguna
Yegua	1790	PG8773	Laguna
T. Aguas Cernidas	1800	PG8172	Turbera de cuenca
T. Camposagrado	1700	PG7766	Turbera de ladera
T. Clara	1600	PG8065	Turbera de cuenca
Covadosos	1630	PG8670	Turbera de ladera
T. Lacillo	1920	PG8174	Turbera de ladera
Majadavieja	1610	PG8164	Turbera de cuenca
Moncalvo 1	1975	PG8073	Turbera de ladera
Moncalvo 2	1930	PG8073	Turbera de ladera
Moncalvo 3	1940	PG8073	Turbera de ladera
Moncalvo 4	1910	PG8173	Turbera de ladera
Moncalvo 5	1920	PG8173	Turbera de ladera
T. Padornelo 1	1720	PG7960	Turbera de ladera
T. Padornelo 2	1680	PG7959	Turbera de ladera
T. Puente Porto	1690	PG7765	Turbera de ladera
T. Royá	1630	PG8267	Turbera de cuenca
T. Truchillas (León)	1900	QG0675	Turbera de ladera
Valdecares 1	1800	PG7763	Turbera de ladera
Valdecares 2	1750	PG7763	Turbera de ladera
Cárdena	1570	PG8266	Embalse en antigua laguna
Garandones	1620	PG8367	Embalse en antigua laguna
Playa	1570	PG8166	Embalse (río Segundera)
Puente Porto	1640	PG7965	Embalse (río Segundera)
Vega de Conde	1582	PG8474	Embalse (río Tera)
Vega de Tera	1506	PG8372	Embalse (río Tera)
Carros	1340	PG8664	Laguna somera
Sanguijuelas	1080	PG9167	Laguna somera
Ventosa	1830	PG8572	Laguna somera

TABLA 1. Nombre, localización y tipo de ecosistemas estudiados. Todos se sitúan en la provincia de Zamora excepto las lagunas Truchas, Truchillas y turbera Truchillas.

dos del Paleozoico (MARTÍNEZ GARCÍA, 1971; VEGA y ALDASORO, 1994). El núcleo de la región está formado por el gneis «ollo de sapo» perteneciente al Cámbrico, derivado del metamorfismo de restos volcánicos y sedimentarios (MARTÍNEZ GARCÍA, 1971, 1973). Junto con el ollo de sapo, son importantes dos intrusiones de granodioritas, del Devónico superior-Carbonífero inferior: las granodioritas de Quintana y las granodioritas de Ribadelago (muy abundantes éstas en la sierra Segundera). También encontramos en la zona granitos, originados al final de la orogenia Herciniana, y algunas pizarras y cuarcitas (ambas fundamentalmente en la sierra Cabrera).

### Suelos y vegetación

Los suelos de la altiplanicie de las sierras Segundera y Cabrera son predominantemente litosoles y rankers distróficos, ambos con una baja saturación de bases y contenido de cationes, que se forman sobre rocas silíceas ácidas en condiciones de frío y elevada humedad (FORTEZA *et al.*, 1988; ÁLVAREZ *et al.*, 1992). En las laderas de pendiente media predominan los rankers típicos (ÁLVAREZ *et al.*, 1992), en algunos casos en transición hacia los cambisoles húmicos (tierras pardas) de algunas zonas bajas de la cuenca del Lago de Sanabria.

En la sierra Segundera existen algunas áreas de gleysoles húmicos y pequeñas manchas de histosoles (ambos, suelos hidromorfos).

La vegetación posee tanto especies mediterráneas como eurosiberianas, al tratarse de una zona de contacto entre ambas regiones (GARCÍA LÓPEZ *et al.*, 1992).

La vegetación dominante en la cuenca del Lago de Sanabria está representada por robledales de *Quercus pyrenaica* (rebollo), que puede ascender por los valles hasta aproximadamente los 1.500 m de altitud (GARCÍA LÓPEZ *et al.*, 1992). Antiguamente el robledal debió ocupar una mayor extensión y ascender a una altitud superior, pero el aprovechamiento y los incendios sucesivos provocaron su disminución a favor del matorral, aunque el robledal se ha recuperado en los últimos años en los alrededores del Lago.

El matorral está formado por diversas comunidades: escobonales de *Cytisus scoparius* o *Genista florida* y en altitud *Cytisus multiflorus* y *C. balansae* (GARCÍA LÓPEZ *et al.*, 1992); piornales de *Cytisus purgans* en zonas altas; brezales en la altiplanicie de las sierras Segundera y Cabrera. También en altitud y suelos pobres encontramos un tipo de comunidad formada por *Genista sanabrensis* y *Juniperus communis* (GARCÍA LÓPEZ *et al.*, 1992).

Junto con estas formaciones arbustivas, entre los 1.400 y 1.700 m, hay pastizales dominados por los géneros *Festuca*, *Agrostis*, *Poa*, *Nardus*, etc.

## Clima

El clima de la zona de Sanabria se caracteriza por una fuerte estacionalidad, lo que se traduce en una marcada diferencia de las temperaturas entre los meses de invierno y verano (ÁLVAREZ *et al.*, 1992). También hay fuertes oscilaciones diarias, que pueden ser durante el verano, de más de 20°C en la sierra.

La temperatura media anual (estación de Cárdena, 1.600 m) es de unos 6°C (MORÁN, 1988). El invierno (meses con temperatura media mensual <10°C) comienza en la sierra en octubre y puede prolongarse hasta mayo, siendo enero el mes más frío. En esos ocho meses se alcanzan los 180 días con heladas. El verano es bastante corto (julio y agosto), con temperaturas medias mensuales en torno a 15°C.

Las precipitaciones anuales en la sierra (estación de Cárdena) superan de forma general los 1.600 mm (MORÁN, 1988), siendo diciembre el mes más húmedo. Las precipitaciones mensuales sobrepasan los 100 mm salvo en junio, julio, agosto y septiembre. En verano, sin embargo, no se llega a producir periodo xérico. Durante el invierno son más abundantes los días con precipitaciones en forma de nieve.

## Descripción de los ecosistemas

Las lagunas de las sierras Segundera y Cabrera son de origen glaciar. Su formación responde fundamentalmente a dos tipos de procesos (VEGA y ALDASORO, 1994): sobreexcavación por el hielo (en el fondo de los valles, en la penillanura o en las zonas laterales) y el cierre de pequeñas cubetas valles o circos glaciares con materiales morrénicos. Los procesos de colmatación de algunas de estas lagunas dieron lugar a turberas que vemos en la actualidad.

La mayoría de las lagunas permanecen en su estado natural, como La Clara, Roya, Lacillo, Patos, etc. Las más profundas son La Clara (en la sierra Segundera) y Truchas (en la sierra Cabrera Baja), ambas con unos 12 m de profundidad máxima. El resto de lagunas (no represadas) tienen una profundidad que varía entre los 4 y 8 m aproximadamente (VEGA *et al.*, 1991), a excepción de la laguna Patos, cuya profundidad no llega a 1 m, aunque no se seca durante el verano. Algunas lagunas fueron transformadas en embalses para aprovechamiento hidroeléctrico (Cárdena, Garandones), junto con otra serie de embalses construidos durante los años 40 y 50 en el curso del río Tera (Vega de Conde y Vega de Tera) y Segundera (Puente Porto y Playa). El mayor de estos embalses es Puente Porto. Peces y Sotillo se encuentran represadas para abastecimiento.

De entre las lagunas, La Clara y La Roya fueron muestreadas durante un tiempo más prolongado (ver Metodología). La Clara es una laguna profunda (12 m), con una superficie de 57.285 m<sup>2</sup> (VEGA *et al.*, 1991). El perímetro presenta forma

estrellada, debido a la acción de los hielos glaciares sobre antiguas diaclasas. El borde de la cubeta es muy abrupto en algunos tramos, con paredes totalmente verticales, y la cuenca de drenaje es pequeña. La vegetación litoral es bastante escasa en todo el margen lacustre, e inexistente en las zonas más abruptas. Existen algunos esfagnos en las orillas. La Roya es mucho menos profunda que La Clara (4,2 m), y menos extensa. Su perímetro es muy regular y poco abrupto, pero tampoco hay mucha vegetación litoral.

Las mayores turberas de estas sierras son La Clara, Majadavieja, Aguas Cernidas y las de la parte alta del río Tera, pero existe gran cantidad de pequeñas turberas repartidas por toda la zona, especialmente en la sierra Segundera. Son de mucha menor entidad, pero albergan especies de musgos importantes a nivel nacional e internacional (MUÑOZ y ALDASORO, 1995).

Las turberas de La Clara y de La Roya fueron también muestreadas durante un tiempo más prolongado. El origen de la turbera de La Clara se debe al proceso de colmatación de una antigua laguna. La superficie total de esta turbera es de 52.500 m<sup>2</sup> (VEGA *et al.*, 1991) correspondiendo aproximadamente la mitad a una zona de aguas abiertas que llega hasta 4 m de profundidad. Las orillas de esta pequeña laguna presentan mayor cantidad de macrófitos litorales que la laguna Clara. El resto de la superficie de la turbera está ocupada por praderas de cárices y musgos, que se acumulan a veces formando pequeños montículos. Estas áreas permanecen encharcadas durante todo el año, aunque en verano pueden llegar a secarse. La turbera de la Roya posee una laguna central más somera (2 m), y áreas ocupadas por cárices y algunos musgos en algunas zonas del margen, pero carece de praderas tan extensas como la turbera de La Clara. En la zona más somera de la laguna central, cerca de la orilla norte, crecen también abedules. Esta zona puede secarse durante el verano. Atendiendo al tipo de vegetación, ambas turberas puede clasificarse dentro del tipo continental pobre (ALDASORO *et al.*, 1996 a).

La vegetación de macrófitos de estas lagunas y turberas está constituida por especies propias de ambientes pobres, como *Subularia aquatica*, *Myriophyllum alterniflorum* e *Isoetes velata*, aunque en algunos encontramos especies que prefieren mineralización ligeramente más alta (*Carex nigra*, *Potentilla palustris*, etc.). Algunas de las plantas son interesantes por su rareza en la Península Ibérica, como *Subularia aquatica* y *Juncus filliformis*. Entre los briófitos, los más abundantes son los esfagnos, característicos de las turberas, pero también presentes en las orillas de algunas lagunas. Encontramos por ejemplo *Sphagnum cuspidatum*, *S. rubellum* y *S. angustifolium*, *S. denticulatum*, *S. flexuosum* y *S. teres*. También se ha encontrado *Sphagnum majus* subsp. *norvegicum* y *S. subtile*, que constituyen hasta ahora citas únicas para la Península (MUÑOZ y ALDASORO, 1995).

Las lagunas y turberas estudiadas se encuentran en general alejadas de núcleos de población, aunque algunas de las actividades de la zona se desarrollan en el entorno de las sierras, principalmente la ganadería (ganado bovino). A pesar de

ello, las lagunas no se encuentran muy afectadas, ya que se trata de ganadería extensiva (DE HOYOS, 1996).

Un potencial impacto para estos ecosistemas se deriva del turismo. Durante el verano se concentra una gran cantidad de visitantes en los cámpings y pueblos de los alrededores del Lago de Sanabria, especialmente en los días festivos. Algunas rutas de senderismo del Parque pasan cerca de varias lagunas (como Sotillo, Carros, Garandones, Peces). La afluencia de excursionistas a las mismas no es muy alta, aunque se aprecia un progresivo incremento. Peces sí es muy visitada debido a la existencia de una carretera que llega prácticamente a la laguna.

## METODOLOGÍA

Para estudiar las características físico-químicas y el tipo de comunidades fitoplanctónicas que caracterizan las lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera se llevaron a cabo dos muestreos en cada ecosistema, uno durante el verano de 1993 y otro a lo largo de la primavera de 1994. Cuatro de esos ecosistemas, considerados representativos (laguna y turbera de La Clara y laguna y turbera de La Roya), se muestrearon durante un periodo más largo para observar la dinámica de las comunidades fitoplanctónicas y del resto de variables analizadas. La periodicidad de muestreos en estos cuatro sistemas fue aproximadamente bimensual. En la laguna y turbera de La Clara el seguimiento se prolongó durante casi dos años (agosto-1993 hasta mayo-1995), y en la laguna y turbera de La Roya durante un año (agosto-1993 hasta julio-1994).

Las muestras se recogieron en las horas centrales del día en la superficie de la zona litoral, evitando las masas de macrófitos.

En cada muestra se midieron los siguientes parámetros físico-químicos: pH, conductividad, alcalinidad, nitratos ( $\text{N-NO}_3^-$ ), fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo total (PT), silicio reactivo soluble (SiRS), clorofila *a*, color, los principales cationes ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), hierro, manganeso, plomo, aluminio y cloruros ( $\text{Cl}^-$ ).

El pH, conductividad y alcalinidad se midieron *in situ* mediante pH-metro y conductímetro de campo. La alcalinidad se estimó empleando el método potenciométrico. Se trata de una valoración con ácido, rebajando el pH del agua hasta dos valores predeterminados (en nuestro caso 4,5 y 4,2). El ácido utilizado fue CIH 0,002 N.

En el muestreo febrero-94 de la laguna y turbera Clara presentaban en superficie una capa de hielo que se perforó sobre el punto más profundo de la cubeta para extraer las muestras. En la laguna Clara se midieron los perfiles de temperatura y oxígeno utilizando un oxímetro de campo.

El agua destinada al análisis del resto de variables fue filtrada inmediatamente después de la llegada al laboratorio con filtros Watman GF/C. Los nitratos, PRS,



PT, SiRS y cloruros se analizaron siguiendo métodos detallados en APHA (1989). El sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, plomo y aluminio fueron medidos con la técnica ICP (Inductively Coupled Plasma) en el Servicio General de Análisis Químico Aplicado de la Universidad de Salamanca. La clorofila retenida en los filtros Watman se extrajo manteniéndolos en 10 ml de acetona durante 24 horas (en oscuridad). Posteriormente se midió la absorbancia de los extractos a diferentes longitudes de onda y se calculó la concentración de clorofila *a* aplicando las fórmulas SCOR-UNESCO (1966).

Para el cálculo del color, se midió la absorbancia del agua filtrada (sin ningún otro tratamiento) a 380 nm con cubetas de 10 cm de paso de luz (ALEXANDER & BARSDATE, 1971). Posteriormente se transformó la absorbancia en unidades de cobalto-platino (mg Pt/l) utilizando la siguiente fórmula:  $\text{mg Pt/l} = A \cdot 3000/l$  (A: absorbancia a 380 nm; l: longitud de la cubeta en cm).

Las muestras de fitoplancton se fijaron *in situ* con lugol para su conservación y se mantuvieron en oscuridad hasta el momento de su estudio.

El recuento del fitoplancton se efectuó mediante la técnica de Utermöhl (SOURNIA, 1978). Se efectuó un barrido de toda la cámara a 200 aumentos para localizar y contar las especies más grandes, y para el resto, se contaron los individuos a 400 y 1.000 aumentos en un número de campos adecuado a la densidad de células. Los datos de recuentos se expresan en nº de células/ml, tanto en las especies unicelulares como en las coloniales y filamentosas.

La determinación de los taxones se ha efectuado siguiendo claves dicotómicas.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

### pH y alcalinidad

Los valores de pH obtenidos fueron relativamente bajos (mediana 6,5 en verano y 6 en primavera) (tablas 2 y 3). El descenso primaveral que se observa en la mediana (y en general en cada ecosistema) puede deberse al aporte de agua procedente de la descongelación de nieve y de la capa superficial de hielo. Cuando se produce el deshielo primaveral, al principio el agua de deshielo es más ácida, a veces con alcalinidad negativa (CATALÁN *et al.*, 1992).

Las turberas presentaron un promedio de pH menor que el resto de ecosistemas. Esto se debe fundamentalmente a los procesos de intercambio de cationes entre los esfagnos y el agua circundante de las turberas (ver Introducción). Aunque en las lagunas el pH fue mayor que en las turberas, Patos constituye una excepción, ya que su pH fue inferior a 5 tanto en verano como en primavera.

La alcalinidad mide el exceso de cationes sobre aniones fuertes, correspondiendo por tanto a los aniones débiles, que en agua dulce son principalmente carbona-



Variable		Mín.	Máx.	Media	Desviación estándar	Mediana	Número muestras
<b>Conductividad</b>	( $\mu\text{S/cm}$ )	4,90	41,30	14,30	6,80	12,45	44
<b>pH</b>		4,50	8,10	6,43	0,80	6,50	44
<b>Alcalinidad</b>	( $\text{meq/l}$ )	0,00	0,176	0,075	0,058	0,064	44
<b>N-<math>\text{NO}_3^-</math></b>	( $\mu\text{g/l}$ )	2,15	86,20	18,32	17,15	10,15	44
<b>PRS</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	1,00	21,50	6,09	4,80	4,50	44
<b>PT</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	1,24	51,70	20,47	23,66	12,00	44
<b>SiRS</b>	( $\text{mg/l}$ )	0,00	1,37	0,37	0,51	0,14	44
<b>Na<sup>+</sup></b>	( $\text{mg/l}$ )	0,57	4,13	1,59	0,84	1,43	38
<b>K<sup>+</sup></b>	( $\text{mg/l}$ )	0,00	0,76	0,54	1,04	0,13	38
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	( $\text{mg/l}$ )	0,12	2,94	0,93	0,66	0,67	39
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	( $\text{mg/l}$ )	0,06	0,75	0,30	0,20	0,25	38
<b>Cl<sup>-</sup></b>	( $\text{mg/l}$ )	0,00	17,99	1,94	4,19	0,50	38
<b>Color</b>	( $\text{mg Pt/l}$ )	6,30	392,70	68,55	70,35	43,50	43
<b>Clorofila a</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	0,64	32,60	5,74	6,71	3,71	44

TABLA 2. *Mínimo (Mín.), máximo (Máx.) y valores promedio de las principales variables medidas en el conjunto de ecosistemas durante el verano (1993).*

Variable		Mín.	Máx.	Media	Desviación estándar	Mediana	Número muestras
<b>Conductividad</b>	( $\mu\text{S/cm}$ )	4,60	27,60	8,92	4,03	7,70	43
<b>pH</b>		4,00	7,15	5,94	0,68	6,00	43
<b>Alcalinidad</b>	( $\text{meq/l}$ )	0,00	0,120	0,035	0,032	0,026	40
<b>N-<math>\text{NO}_3^-</math></b>	( $\mu\text{g/l}$ )	1,64	64,91	13,43	12,18	11,61	44
<b>PRS</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	0,10	47,20	5,69	8,64	2,50	44
<b>PT</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	4,90	90,58	13,15	15,39	8,30	44
<b>SiRS</b>	( $\text{mg/l}$ )	0,00	0,89	0,17	0,17	0,12	44
<b>Na<sup>+</sup></b>	( $\text{mg/l}$ )	0,09	3,54	1,04	0,59	0,89	39
<b>K<sup>+</sup></b>	( $\text{mg/l}$ )	0,00	5,11	0,37	1,02	0,00	39
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	( $\text{mg/l}$ )	0,03	3,23	0,69	0,61	0,52	42
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	( $\text{mg/l}$ )	0,01	0,46	0,18	0,09	0,17	39
<b>Cl<sup>-</sup></b>	( $\text{mg/l}$ )	0,00	18,99	4,40	6,30	0,80	39
<b>Color</b>	( $\text{mg Pt/l}$ )	8,40	660,00	101,59	112,06	67,50	40
<b>Clorofila a</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	0,42	11,20	2,82	2,19	2,37	44

TABLA 3. *Mínimo (Mín.), máximo (Máx.) y valores promedio de las principales variables medidas en el conjunto de ecosistemas durante la primavera (1994).*

tos y bicarbonatos (MARGALEF, 1983). Su medida es muy importante pues da idea de la concentración de carbono inorgánico disponible para los productores primarios y cantidad de cationes en solución. Carbonatos y bicarbonatos forman parte del sistema de equilibrio del  $\text{CO}_2$ , un sistema amortiguador de pH. La alcalinidad puede sufrir variaciones diarias y estacionales, pero estas variaciones son pequeñas en comparación con las diferencias existentes entre distintos ecosistemas (MOSS, 1972), por ello es una variable que sirve muy bien para caracterizar el agua.

Los valores de alcalinidad obtenidos fueron muy bajos (mediana 0,064 meq/l en verano y 0,026 meq/l en primavera). La mayoría de medidas estuvieron por debajo de los 0,08 meq/l.

Las alcalinidades bajas son características de ambientes situados en rocas silíceas (como las de las sierras Segundera y Cabrera). En España, esta relación entre la alcalinidad y el tipo de sustrato se ha observado también en otros estudios (RIERA *et al.*, 1992; ALONSO, 1998).

### **Conductividad**

Al igual que el pH y alcalinidad, los valores de conductividad fueron bajos: las menores conductividades fueron muy extremas ( $\leq 5 \mu\text{S/cm}$ ) y las medianas 12,45  $\mu\text{S/cm}$  en verano y 7,7  $\mu\text{S/cm}$  en primavera. El descenso generalizado durante la primavera se puede deber a la lluvia y nieve caídas en esta época, que disminuye la concentración de solutos y por tanto la conductividad, efecto que es más acusado en los ambientes de pequeño tamaño y en aquellos con cuencas de recepción de área pequeña. Además, las últimas aguas de deshielo en los lagos de montaña son muy pobre en sales y provoca una importante dilución del agua (CATALÁN *et al.*, 1992). Por otra parte, los solutos son generalmente muy escasos en aguas que discurren sobre terrenos de origen metamórfico. Los escasos solutos son asimilados rápidamente por las algas, sobre todo después del invierno, lo que también influye en el descenso de la conductividad del agua en primavera.

### **Principales cationes**

Las cantidades de los principales cationes en el agua no varían mucho a lo largo del ciclo anual porque el fitoplancton sólo necesita una pequeña concentración de ellos en general. Las concentraciones dependen más de los procesos de lavado de las cuencas de drenaje, de la llegada con la precipitación atmosférica y del equilibrio de ésta con la evaporación (WETZEL, 1981). Son por ello un buen dato para caracterizar el agua de los ecosistemas, al igual que la alcalinidad y conductividad, con las que están relacionadas.

Las concentraciones de los principales cationes ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ) en los ecosistemas estudiados fueron muy bajas (tablas 2 y 3). Las medianas siguieron este orden (en mg/l):  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ . Para la zona donde se localizan los humedales aquí estudiados, durante la meteorización de las rocas el calcio es el elemento que se disuelve con mayor facilidad; le sigue el magnesio y a éste el sodio (DE HOYOS, 1996). Pero las lagunas y turberas de la sierra poseen pequeñas cuencas de drenaje, con menor influencia de los procesos de meteorización que de las precipitaciones. Esto se deduce también de la relación entre la conductividad y el cociente  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ . Las aguas con bajas conductividades reflejan una composición iónica dependiente de las precipitaciones y están dominadas por  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  en lugar de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . En un estudio de la variación regional de las características de los embalses españoles, RIERA *et al.* (1992) encuentran que los embalses situados sobre sustratos ígneos (con alcalinidad inferior a 1 meq/l), poseen valores altos del índice  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$  y conductividades inferiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , como ocurre en el caso de las lagunas y turberas aquí estudiadas (figura 2). En lagunas españolas de zonas bajas los menores valores del índice se obtienen en sistemas cársticos (ALONSO, 1998).

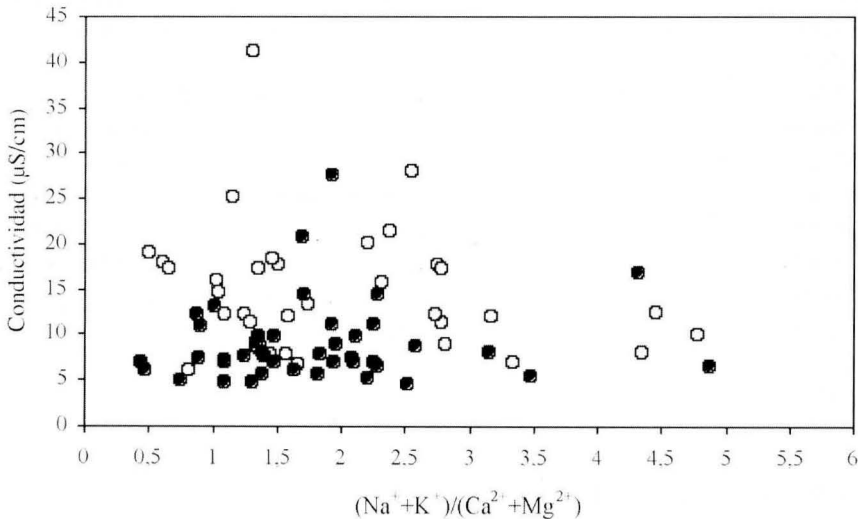


FIGURA 2. Representación de los valores del cociente  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$  frente a la conductividad del agua de las lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera. Puntos blancos: muestras de verano; puntos negros: muestras de primavera.

### Otros iones

Las concentraciones de hierro, manganeso, plomo y aluminio fueron muy bajas (en muchos casos por debajo de los límites de detección del método). El Al y Fe, elementos importantes en las rocas que constituyen el sustrato de los humedales de las sierras Segundera y Cabrera, son sin embargo poco solubles, y por ello sus concentraciones son tan bajas en el agua (DE HOYOS, 1996). La práctica ausencia de plomo en el agua es esperable en sistemas alejados de fuentes de contaminación atmosférica.

La concentración de cloruros fue muy variable entre ecosistemas. Los promedios más altos y el máximo absoluto correspondieron a la primavera, lo que puede deberse a la mayor influencia de las precipitaciones. El cloro no es un elemento constitutivo de las rocas de la zona (DE HOYOS, 1996). Salvo contaminación, el Cl<sup>-</sup> de las aguas que fluyen por terrenos de rocas ígneas procede de la atmósfera (HUTCHINSON, 1957).

### Formas de fósforo, nitrógeno y silicio

Las concentraciones de PRS y PT fueron en general bajas: medianas de PRS 4,5 µg/l (verano) y 2,5 µg/l (primavera); medianas de PT 12 µg/l en (verano) y 8,3 µg/l (primavera). Sólo unos pocos ecosistemas presentaron concentraciones bastante superiores a esos promedios.

También las concentraciones de nitratos fueron bajas (mediana 10,15 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l en verano y 11,61 µg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l en primavera). A diferencia del PRS y PT, en los nitratos la mediana de primavera fue algo superior a la del verano.

El silicio fue aún menos abundante. En muchos puntos su concentración fue incluso indetectable. El máximo valor obtenido fue 1,9 mg/l (Turbera Lacillo) y la mediana 0,14 mg/l en verano y 0,12 mg/l en primavera. El componente químico mayoritario de las rocas de la zona es la sílice (SiO<sub>2</sub>), pero es muy insoluble, y su movilidad es además muy baja en este caso por el pH del agua (DE HOYOS, 1996).

### Color

El color refleja la cantidad de sustancias húmicas en el agua (CUTHBERT & DEL GIORGIO, 1992). Estas sustancias (producto de la descomposición vegetal), están formadas por compuestos de alto peso molecular, como los ácidos orgánicos, que disminuyen el pH ralentizando su mineralización por la actividad microbiana (CARPENTER & PACE, 1997). Los lagos con concentraciones elevadas de este tipo de materia orgánica se denominan distróficos y, a diferencia de los ambientes

eutróficos, la producción primaria puede estar disminuida por el efecto de atenuación de la luz que tiene la materia húmica (JONES, 1992).

Los valores observados en el color del agua en las lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera son bastante elevados, (tablas 2 y 3). En primavera fue generalmente superior al verano (mediana 67,5 mg Pt/l y 43,5 mg Pt/l respectivamente), debido a los arrastres de materia orgánica producidos por el agua de escorrentía. En la mayoría de ecosistemas el color superó el valor umbral a partir del cual se considera generalmente que un lago es distrófico (50 mg Pt/l). En muchos fue incluso superior a 100 mg Pt/l.

En algunos países del norte de Europa se han producido durante las últimas décadas incrementos en la cantidad de materia húmica (y por tanto de color), debido a un aumento de los aportes alóctonos, relacionados con los cambios climáticos (FORSBERG, 1992). La distrofia hacia la que tenderían los lagos de muchas regiones durante el próximo siglo, los haría más sensibles (debido a su menor pH).

## FITOPLANCTON

### Riqueza

En el conjunto del estudio (incluyendo el seguimiento de las lagunas Clara y Roya y turberas Clara y Roya) se han encontrado 608 taxones (géneros, especies y variedades). La tabla 4 muestra el número de taxones encontrados de cada grupo de algas, y el anexo incluido al final de este trabajo recoge el listado de los más representativos.

El grupo con mayor riqueza fue el de las algas verdes (Chlorophyta), debido principalmente a la gran cantidad de especies de la familia Desmidiaceae encontradas (orden Zygnematales, tabla 4). Las desmidiáceas (figuras 3, 4 y 5), son algas exclusivas de ambientes dulceacuícolas, y características de los sistemas turbosos (DUTHIE, 1965; FLENSBURG & SPARLING, 1973; HOSIAISLUOMA, 1975; MARGALEF, 1983; YUNG *et al.*, 1985; COESEL, 1986; CVDAN & LAUSEVIC, 1991). Los géneros más representativos de desmidiáceas unicelulares en los ecosistemas estudiados son *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Euastrum* y *Closterium*. Algunas de las especies más destacables fueron: *Cosmarium margaritiferrum*, *C. pyramidatum*, *C. subprotumidum*, *C. tinctum*, *Euastrum denticulatum*, *E. elegans*, *Staurastrum arachne* (figura 4), *St. brachiatum*, *St. gracile* var. *nanum* y *Closterium acutum*. También dentro del orden Zygnematales encontramos algunas algas filamentosas como *Hyalotheca undulata*, *Gymnozyga moniliformis*, y especies de los géneros *Desmidium*, *Sphaerosoma* y *Spondylosium*.

La variedad de especies de desmidiáceas en las muestras podría deberse a la proximidad del punto de muestreo a la orilla. Algunas algas microscópicas están

Grupo	Riqueza	Abundancia (mediana nº células/ml)	
		Verano	Primavera
<b>Chlorophyta</b>	322	1377,7	1233,6
<b>Zygnematales</b>	209	26,8	29,4
<b>Resto Chlorophyta</b>	113	1324,0	1122,5
<b>Bacillariophyceae</b>	119	36,4	71,8
<b>Cyanophyta</b>	52	624,3	2150,3
<b>Chrysophyceae</b>	47	230,6	615,0
<b>Euglenophyta</b>	35	0,2	0,4
<b>Pyrrhophyta</b>	15	36,6	34,5
<b>Xanthophyceae</b>	9	1	0,6
<b>Cryptophyta</b>	8	18,4	16,3
<b>Raphidophyta</b>	1	0	0
<b>TOTAL</b>	608	3319	6247

TABLA 4. Número de taxones (géneros, especies, variedades) encontrados, de los distintos grupos de algas, en el conjunto de ecosistemas de las Sierras Segundera y Cabrera. La abundancia indicada es el promedio por ecosistema (mediana del número de células) en las muestras de verano (1993) y primavera (1994).

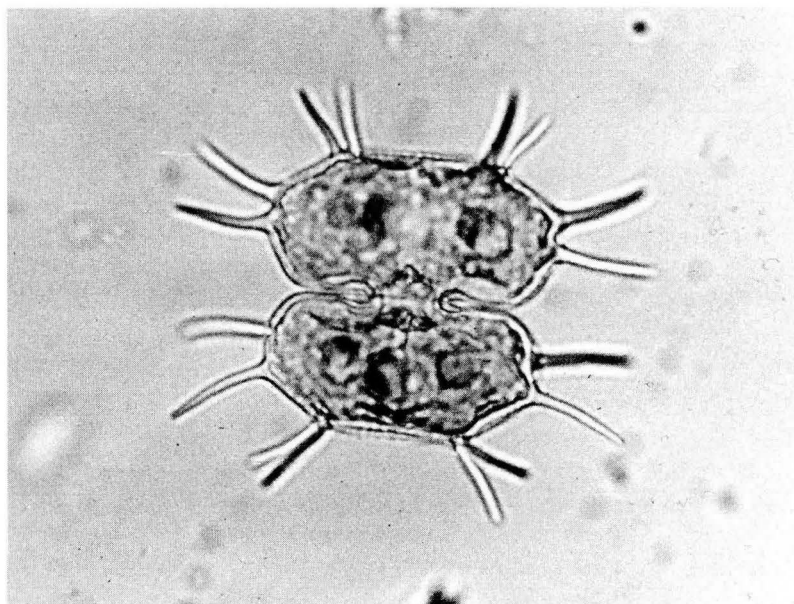


FIGURA 3. *Xanthidium antilopaeum* (Zygnematales). Tamaño: 55  $\mu$ m, sin espinas.  
(Nota: 1 mm = 1.000  $\mu$ m)

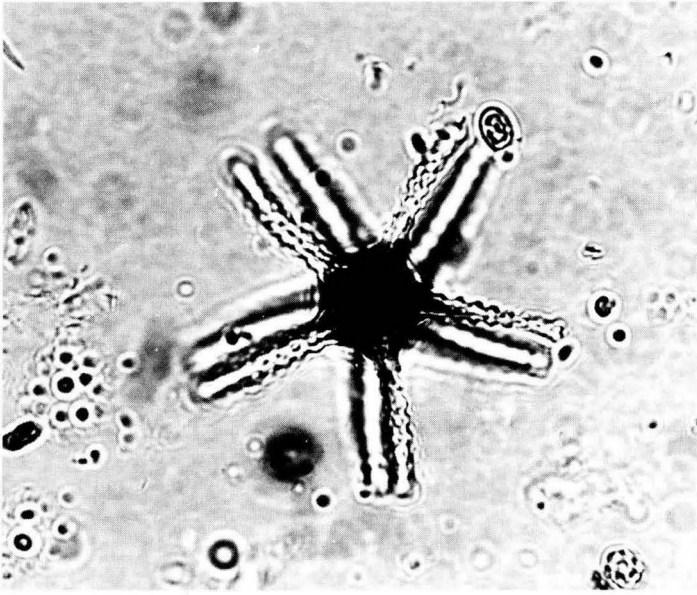


FIGURA 4. *Staurastrum arachne* (Zygnematales), vista transversal. Diámetro total 50  $\mu\text{m}$ .

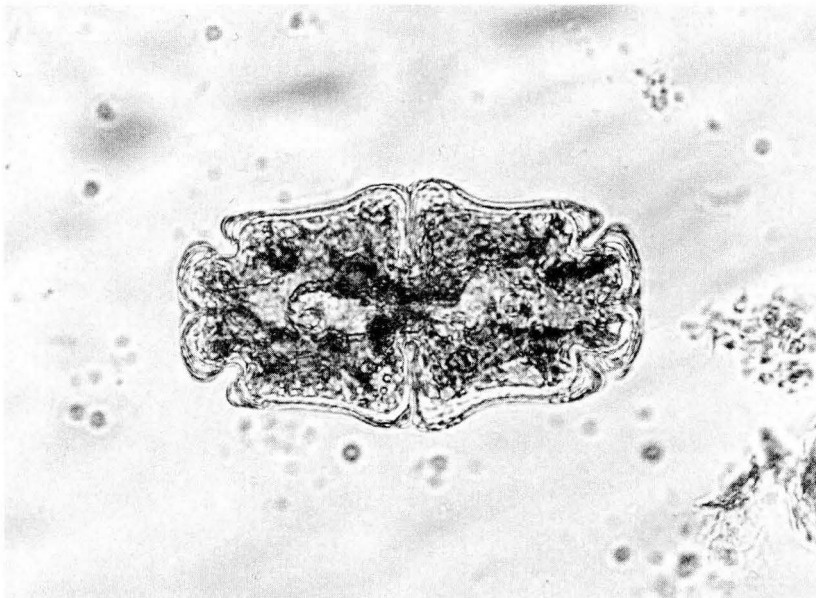


FIGURA 5. *Euastrum crassum* (Zygnematales). Tamaño: 137x75  $\mu\text{m}$ .

ligadas a la vegetación emergente (donde se reproducen), aunque generalmente no se hallan unidas a ella por ninguna estructura, y pueden aparecer de forma esporádica en la zona pelágica. Esta comunidad se define como ticoplancton (BROOK, 1959; SEATH & HELLEBUST, 1978; COESEL, 1982; MARGALEF, 1983). Las algas más frecuentes en el ticoplancton son las desmidiáceas aunque también hay numerosas diatomeas y algunas especies de otros grupos (SEATH & HELLEBUST, 1978).

Del resto de clorofíceas predominaron especies de pequeño tamaño del orden Chlorococcales. El género más representado fue *Scenedesmus*, aunque la frecuencia de las especies (número de ecosistemas donde aparecieron) no fue muy alta. Otras clorococcales fueron más frecuentes, como *Crucigenia quadrata*, *C. tetrapedia*, *Monoraphidium contortum*, *Sphaerocystis Schroeteri*. También se pueden destacar clorofíceas pertenecientes a otros órdenes, como *Monomastix astigmata* y *Pseudosphaerocystis lacustris*.

Las diatomeas (Bacillariophyceae) fueron las algas con mayor riqueza después de las zygmematales. La gran mayoría diatomeas encontradas pertenecen al orden Pennales, como *Cymbella gracilis*, *Eunotia exigua*, *E. bilunaris* (figura 6), *E. pectinalis*, *Frustulia rhomboides* var. *crassinervia* (figura 7), *Neidium iridis*, *Pinnularia subcapitata*, *P. viridis* (figura 8), *Stenopterobia curvula*, *Stauroneis phoenicen-*

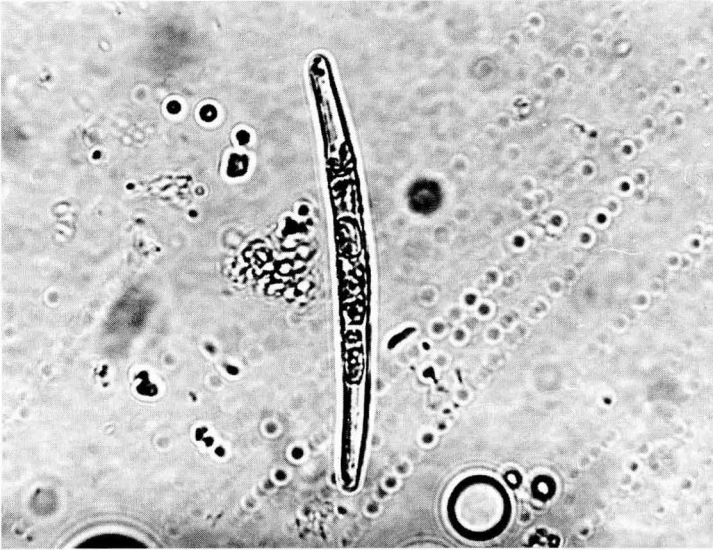


FIGURA 6. *Eunotia bilunaris* (Bacillariophyceae). Tamaño: 60x5  $\mu\text{m}$ .



teron, *Tabellaria fenestrata* y *T. flocculosa*. Muchas de estas diatomeas son características de ambientes ácidos y turbosos: Del orden Centrales se encontraron muchas menos especies, siendo las del género *Aulacoseira* y *Rhizosolenia longiseta* las más frecuentes.

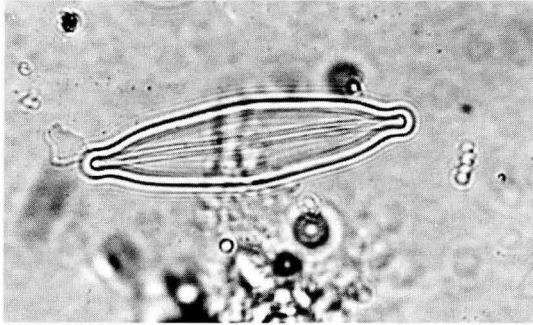


FIGURA 7. *Frustulia rhomboides* var. *crassinervia* (*Bacillariophyceae*), frústulo vacío. Tamaño: 45x11  $\mu\text{m}$ .

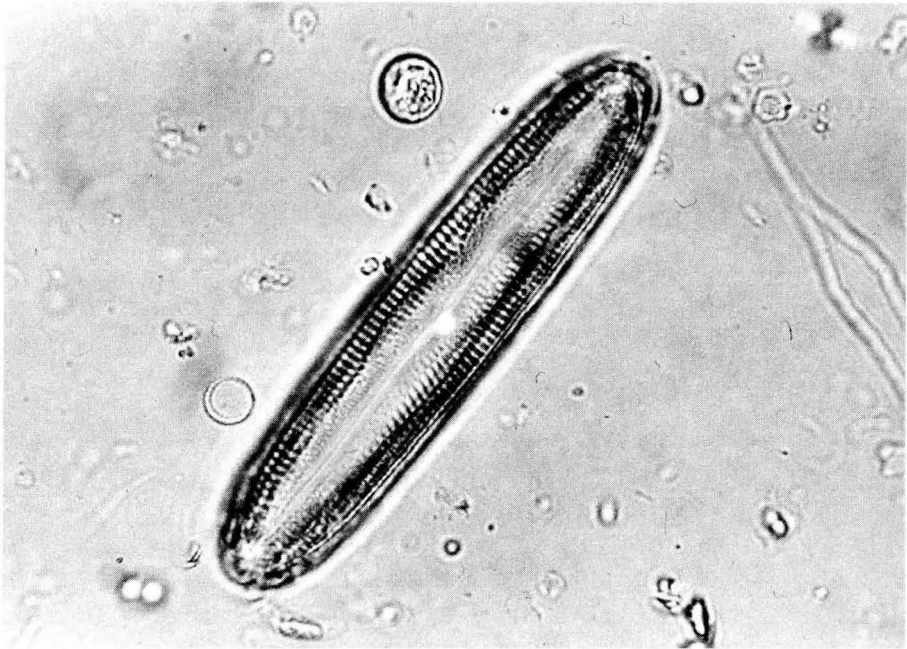


FIGURA 8. *Pinnularia viridis* (*Bacillariophyceae*). Tamaño: 85x18  $\mu\text{m}$ .

Las cianofíceas (Cyanophyta) predominantes fueron especies coloniales del orden Chroococcales, como las de los géneros *Aphanothece*, *Chroococcus*, *Merismopedia* (figura 9) y *Microcystis*. Las cianofíceas filamentosas no destacaron tanto por su frecuencia, salvo *Anabaena* sp 1., *Oscillatoria lacustris* y *Pseudanabaena* sp. Las crisofíceas fueron en general muy características del fitoplancton de estos ecosistemas. Predominaron las especies de tamaños celulares pequeños. Entre las especies más destacables podemos citar *Bitrichia ochridana*, *Dinobryon bavarium*, *D. sertularia*, *Mallomonas* spp., *Ochromonas* spp. y *Pseudokephyrion entzii*.

Dentro de las euglenofíceas el género con más riqueza fue *Trachelomonas*, del que destacaron *Trachelomonas hispida* y *Tr. volvocina*. Junto a ellas fueron relativamente frecuentes *Astasia hipolimnica* y *Euglena* spp.

Los grupos con menor número de taxones en el conjunto del estudio fueron los dinoflagelados (Pyrrhophyta), xantofíceas (Xanthophyceae), criptofíceas (Cryptophyta) y rafidofíceas (Raphidophyta), pero algunas especies de estos grupos fueron muy características del fitoplancton en general: *Gymnodinium cnecoides*, *G. uberrimum*, *Peridinium umbonatum* y *P. willei* (dinoflagelados); *Cryptomonas erosa* (figura 10), *C. marssonii* y *C. cf. ovata* (criptofíceas); *Nephrوديella lunaris* (xantofíceas).

Las rafidofíceas solamente estuvieron representadas por una especie, *Gonyostomum semen* (figura 11), muy frecuente en lagos húmicos de pequeño tamaño y

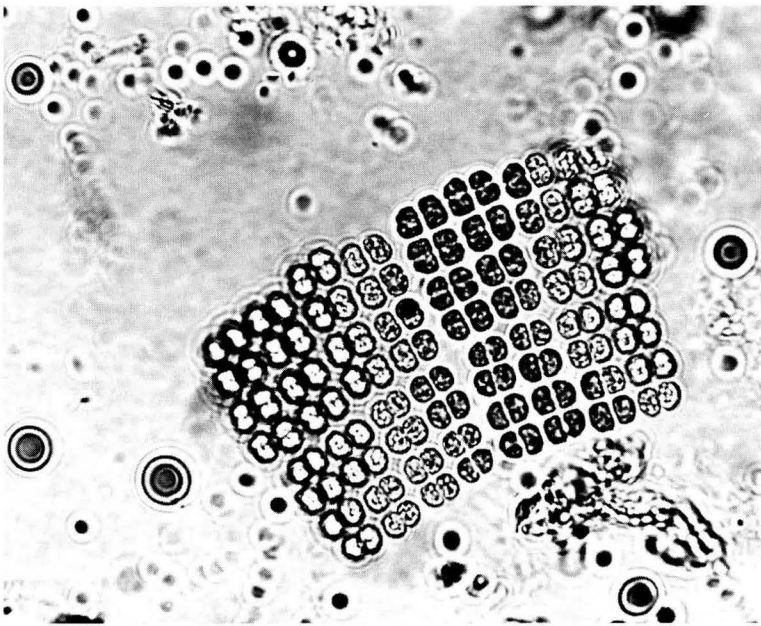


FIGURA 9. *Merismopedia glauca* (Cyanophyta). Tamaño: cada célula  $4 \times 3 \mu\text{m}$ .

turberas (ROSÉN, 1981; ELORANTA, 1995; ELORANTA & RÄIKE, 1995), aunque recientemente se han observado desarrollos masivos de este alga en lagos grandes y embalses (CRONBERG *et al.*, 1988; LE COHU *et al.*, 1989). Ha sido encontrada en el embalse de Valparaíso (río Tera), pero está ausente en el Lago de Sanabria (NEGRO *et al.*, 1994; DE HOYOS, 1996).

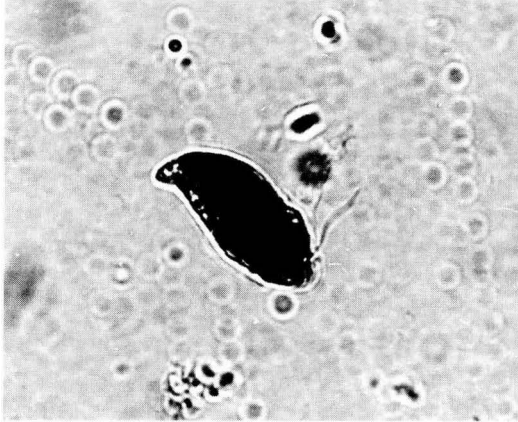


FIGURA 10. *Cryptomonas erosa* (Cryptophyta). Tamaño: 27x11 mm.

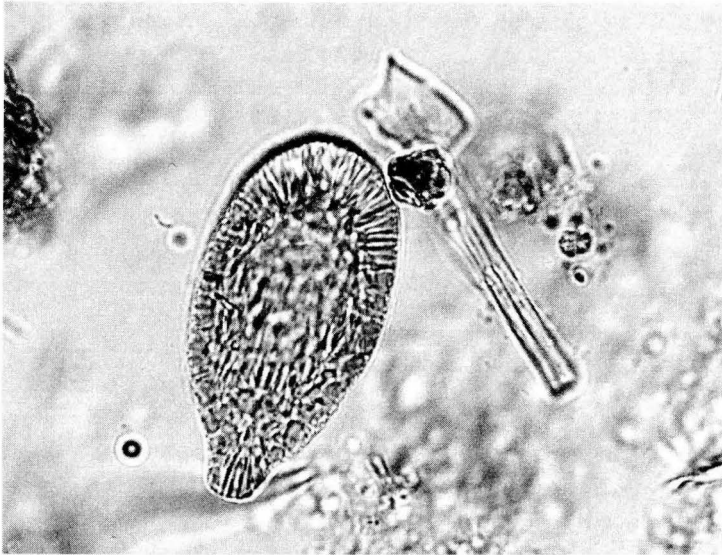


FIGURA 11. *Gonyostomum semen* (Raphidophyta). Tamaño: 60x30 mm.

## Abundancia

Los valores extremos de abundancia fueron 11 células/ml (T. Valdecazares 1, primavera) y 602474 células/ml (T. Padornelo 1, primavera). En general se observó un mayor número de células en las muestras de primavera, lo cual se refleja en la mediana (tabla 4).

A pesar de su riqueza total, el número de células de desmidiáceas fue bastante escaso (tabla 4). Durante el verano fueron más abundantes en las turberas, y durante la primavera en las lagunas, debido al desarrollo bastante alto en éstas de desmidiáceas planctónicas de pequeño tamaño.

Las diatomeas tampoco fueron muy abundantes, especialmente en el verano (tabla 4). En las turberas hubo mayor densidad de diatomeas que en las lagunas, dominando en las primeras especies con preferencia por medios ácidos, como las del género *Eunotia*.

A diferencia de desmidiáceas y diatomeas, las cianofíceas (con menor número de especies), fueron las responsables de la mayor proporción de células en las muestras. Sin embargo estos datos hay que tomarlos con precaución, ya que la mayoría de las cianofíceas encontradas son especies coloniales con células de muy pequeño tamaño (*Aphanothece clathrata* y *Microcystis* sp. principalmente). Por ello la contribución en biovolumen es en realidad mucho menor que la de otros grupos (DE HOYOS, 1996). Las especies filamentosas con heterocistes (algas características de ambientes eutróficos), como el género *Anabaena*, fueron muy poco abundantes en el presente estudio.

Si exceptuamos las cianofíceas, las clorofíceas y las crisofíceas fueron los grupos más abundantes (tabla 4). Las crisofíceas son algas muy abundantes en ecosistemas oligotróficos (ILMAVIRTA, 1980; ROSÉN, 1981; SÁNCHEZ CASTILLO, 1987; ELORANTA, 1989), y de forma más acusada en lagos húmicos, junto con flagelados de otros grupos (especialmente criptofíceas y euglenofíceas) (ILMAVIRTA, 1980; ROSÉN, 1981). Las condiciones ambientales extremas (bajas temperaturas, escasez de nutrientes, etc) que se dan en invierno afectan menos a algas como las crisofíceas, ya que pueden permanecer durante el invierno en forma de cistes resistentes. Por ello quizás este tipo de algas se ven favorecidas en ambientes de montaña.

Los dinoflagelados y criptofíceas, también fueron muy abundantes en algunas ocasiones. Junto con las crisofíceas representaron el mayor porcentaje de células en muchos ecosistemas. Se apreció una importancia relativa de los dinoflagelados algo mayor en los sistemas más profundos (lagunas y embalses).

Las euglenofíceas y xantofíceas fueron muy poco abundantes. Las euglenofíceas predominaron en las turberas y lagunas someras. En realidad son algas características del fondo de ambientes más o menos enriquecidos en materia orgánica, y normalmente someros (BOURRELLY, 1970) que del plancton propiamente dicho.

*Gonyostomum semen* siempre presentó un escaso número de células, pero es una especie de gran tamaño, pudiendo representar la mayor fracción del biovolumen total del fitoplancton, como se ha visto en el embalse de Valparaíso (NEGRO *et al.*, 2000).

La concentración de clorofila *a* (presente en todos los grupos de algas) se puede utilizar como estimación indirecta de la cantidad de biomasa fitoplanctónica (REYNOLDS, 1984). En el presente estudio, en general los ambientes someros presentaron las mayores concentraciones. Así, el valor máximo de clorofila (32,6 µg/l) se midió en Sanguijuelas (en verano). Para el resto de ecosistemas las concentraciones de clorofila fueron bastante bajas (mediana en verano 3,71 µg/l y en primavera 2,37 µg/l —tablas 2 y 3—).

Si consideramos la clorofila *a* y fósforo total de las muestras de verano como los máximos anuales de cada ecosistema, la mayoría de los ambientes estudiados se encuadrarían dentro del tipo oligotrófico (producción primaria escasa) o mesotróficos (producción primaria media), según los límites establecidos por OCDE (1982). Algunos ambientes más someros presentarían un carácter más bien eutrófico, aunque teniendo en cuenta los valores del color del agua, los ambientes de carácter meso y eutrófico podrían ser en realidad distróficos.

## VARIACIÓN ESTACIONAL

En este apartado se comentan los resultados obtenidos en el seguimiento de las lagunas Clara (L. Clara) y Roya (L. Roya) y las turberas Clara (T. Clara) y Roya (T. Roya).

### VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Las tablas 5 a 8 recogen los rangos de variación y valores promedio de las principales variables analizadas.

El pH, alcalinidad y conductividad presentaron valores bajos, como ocurrió de forma generalizada para el conjunto de ecosistemas de las sierras Segundera y Cabrera. Estos valores fueron menores en L. Clara y T. Clara que en L. Roya y T. Roya.

El pH y alcalinidad fueron en general más altos en verano y finales de verano, y más bajos en invierno. Sin embargo, en las alfombras de musgos encharcadas de T. Clara, se llegaron a medir durante el verano pH en torno a 4,5 y alcalinidades incluso negativas. Las características del agua de esta zona influyen en las de la laguna central. En L. Clara y T. Clara el pH medido bajo la cubierta de hielo en febrero-1994 fue el menor de todo el periodo de estudio (5,4 en L. Clara y 3,7 en

Variable		Mín.	Máx.	Media	Desviación estándar	Mediana	Número muestras
<b>Conductividad</b>	( $\mu\text{S/cm}$ )	5,80	9,00	7,50	0,98	7,40	11
<b>pH</b>		5,40	6,70	6,10	0,38	6,10	11
<b>Alcalinidad</b>	(meq/l)	0,00	0,036	0,018	0,015	0,02	9
<b>N-<math>\text{NO}_3^-</math></b>	( $\mu\text{g/l}$ )	1,74	18,80	8,73	6,36	6,20	9
<b>PRS</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	0,20	3,11	1,59	0,96	1,83	9
<b>PT</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	2,12	8,38	5,64	2,11	5,90	9
<b>SiRS</b>	(mg/l)	0,00	0,26	0,05	0,11	0,00	9
<b>Na<sup>+</sup></b>	(mg/l)	0,57	1,21	0,79	0,21	0,71	10
<b>K<sup>+</sup></b>	(mg/l)	0,00	12,11	1,34	4,33	0,21	10
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	(mg/l)	0,28	0,60	0,36	0,10	0,34	10
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	(mg/l)	0,10	0,18	0,12	0,03	0,11	10
<b>Cl<sup>-</sup></b>	(mg/l)	0,00	12,80	4,77	4,74	4,45	10
<b>Color</b>	(mg Pt/l)	0,30	98,10	22,83	33,96	10,50	11
<b>Clorofila a</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	0,83	2,42	1,64	0,53	1,72	11

TABLA 5. Mínimo (Mín.), máximo (Máx.) y valores promedio de las principales variables medidas en la Laguna Clara durante el periodo de estudio (agosto-1993 a mayo-1995).

Variable		Mín.	Máx.	Media	Desviación estándar	Mediana	Número muestras
<b>Conductividad</b>	( $\mu\text{S/cm}$ )	5,20	10,00	8,20	1,32	8,00	11
<b>pH</b>		3,70	6,80	5,92	0,82	6,00	11
<b>Alcalinidad</b>	(meq/l)	0,00	0,060	0,021	0,018	0,02	9
<b>N-<math>\text{NO}_3^-</math></b>	( $\mu\text{g/l}$ )	1,94	31,40	8,37	9,93	3,98	9
<b>PRS</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	0,10	15,70	3,61	4,64	2,31	10
<b>PT</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	2,90	21,00	7,38	5,11	6,70	10
<b>SiRS</b>	(mg/l)	0,00	0,40	0,06	0,13	0,00	10
<b>Na<sup>+</sup></b>	(mg/l)	0,66	2,39	0,95	0,49	0,77	11
<b>K<sup>+</sup></b>	(mg/l)	0,00	2,26	0,47	0,83	0,13	11
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	(mg/l)	0,23	1,20	0,43	0,27	0,35	11
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	(mg/l)	0,08	0,42	0,14	0,09	0,11	11
<b>Cl<sup>-</sup></b>	(mg/l)	0,00	7,00	1,40	2,23	0,10	11
<b>Color</b>	(mg Pt/l)	1,20	145,50	46,96	44,89	28,20	11
<b>Clorofila a</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	0,48	5,38	2,32	1,41	2,05	11

TABLA 6. Mínimo (Mín.), máximo (Máx.) y valores promedio de las principales variables medidas en la Turbera Clara durante el periodo de estudio (agosto-1993 a mayo-1995).

Variable		Mín.	Máx.	Media	Desviación estándar	Mediana	Número muestras
<b>Conductividad</b>	( $\mu\text{S/cm}$ )	7,60	14,00	10,50	2,17	10,35	6
<b>pH</b>		6,00	7,30	6,58	0,44	6,59	6
<b>Alcalinidad</b>	(meq/l)	0,028	0,076	0,054	0,018	0,052	6
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	( $\mu\text{g/l}$ )	2,96	27,50	14,48	9,07	16,11	6
<b>PRS</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	0,12	5,43	2,92	2,18	2,99	6
<b>PT</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	5,50	9,00	7,07	1,31	7,20	6
<b>SiRS</b>	(mg/l)	0,00	0,80	0,30	0,30	0,32	6
<b>Na<sup>+</sup></b>	(mg/l)	0,09	0,96	0,74	0,32	0,86	6
<b>K<sup>+</sup></b>	(mg/l)	0,00	0,43	0,19	0,19	0,17	6
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	(mg/l)	0,09	0,60	0,46	0,19	0,53	6
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	(mg/l)	0,02	0,21	0,15	0,07	0,18	6
<b>Cl<sup>-</sup></b>	(mg/l)	0,00	55,98	9,43	22,81	0,20	6
<b>Color</b>	(mg Pt/l)	16,80	155,10	60,80	57,75	28,50	6
<b>Clorofila a</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	1,03	4,40	2,92	1,27	2,95	6

TABLA 7. Mínimo (Mín.), máximo (Máx.) y valores promedio de las principales variables medidas en la Laguna Roya durante el periodo de estudio (agosto-1993 a julio-1994).

Variable		Mín.	Máx.	Media	Desviación estándar	Mediana	Número muestras
<b>Conductividad</b>	( $\mu\text{S/cm}$ )	6,10	19,00	13,50	5,29	13,55	6
<b>pH</b>		5,40	7,20	6,30	0,70	6,24	6
<b>Alcalinidad</b>	(meq/l)	0,024	0,132	0,064	0,039	0,053	6
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	( $\mu\text{g/l}$ )	2,25	20,30	14,85	6,68	17,75	6
<b>PRS</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	0,41	11,27	4,27	4,23	2,55	6
<b>PT</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	1,80	12,40	7,50	4,05	6,45	6
<b>SiRS</b>	(mg/l)	0,00	0,50	0,22	0,21	0,22	6
<b>Na<sup>+</sup></b>	(mg/l)	0,55	1,46	0,89	0,33	0,89	6
<b>K<sup>+</sup></b>	(mg/l)	0,10	1,43	0,50	0,51	0,25	6
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	(mg/l)	0,34	1,22	0,74	0,33	0,67	6
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	(mg/l)	0,13	0,51	0,23	0,14	0,19	6
<b>Cl<sup>-</sup></b>	(mg/l)	0,00	64,98	10,70	26,59	0,00	6
<b>Color</b>	(mg Pt/l)	41,40	159,30	100,70	51,24	104,40	6
<b>Clorofila a</b>	( $\mu\text{g/l}$ )	0,93	19,36	5,43	6,94	3,27	6

TABLA 8. Mínimo (Mín.), máximo (Máx.) y valores promedio de las principales variables medidas en la Turbera Roya durante el periodo de estudio (agosto-1993 a julio-1994).



T. Clara). Durante el proceso de congelación del agua, las sustancias disueltas son excluidas de la capa helada, por lo que la alcalinidad, sólidos disueltos y conductividad aumentan, mientras el pH disminuye (ALEXANDER & BARSDATE, 1971). En nuestro estudio, aunque en el caso del pH sí se aprecia, el efecto del hielo es poco patente sobre la alcalinidad y conductividad.

La conductividad fue mayor también en verano, y, en los cuatro ecosistemas, los valores más bajos se registraron en mayo de 1994, lo que puede deberse a las altas precipitaciones caídas en los días previos al muestreo. En el lago de Sanabria se ha encontrado una relación negativa entre las precipitaciones y la conductividad (DE HOYOS, 1996). De los cuatro ecosistemas, el que menor variación estacional presentó fue L. Clara, y la mayor correspondió a T. Roya. L. Clara es más profunda que los otros tres ecosistemas y posee una cuenca pequeña, mientras T. Roya es la más somera, y por tanto más susceptible a la influencia de cualquier agente externo.

Respecto a la concentración de los principales cationes (sodio, potasio, calcio y magnesio), se pueden señalar los mismos resultados generales que para el conjunto de los ecosistemas de las sierras Segundera y Cabrera: bajas concentraciones y mayor importancia relativa del sodio. En general las concentraciones de estos cationes fueron bastante similares de unas muestras a otras, aunque en algunas hubo concentraciones muy diferentes del promedio. Esto se apreció de forma más acusada en los cloruros.

En la laguna Clara se midieron perfiles de oxígeno y temperatura bajo el hielo en febrero-1994. Un efecto importante de la cubierta de hielo y nieve es que aísla al sistema de la atmósfera, reduciendo el intercambio de gases e impidiendo la mezcla del agua por el viento (SPAULDING *et al.*, 1993; AGBETI & SMOL, 1995). Se produce así un descenso del oxígeno con la profundidad. En L. Clara la temperatura y el oxígeno no variaron mucho en la columna de agua. Solamente se puede destacar un pequeño descenso de la temperatura en las primeras capas por debajo del hielo, y una ligera disminución de oxígeno en el fondo de la laguna, pero sin llegar en absoluto a producirse anoxia.

Las concentraciones de nitratos, PRS, PT y SiRS fueron bajas (algo mayores en L. Roya y T. Roya que en L. Clara y T. Clara, especialmente en los nitratos). No presentaron unos claros patrones de variación a lo largo del seguimiento. A diferencia de la alcalinidad, conductividad y los iones, cuya variación es pequeña, y definen muy bien el carácter del agua (MARGALEF, 1983), las concentraciones de los compuestos de nitrógeno, fósforo y silicio que utilizan las algas, son muy variables al ser necesitados en mayores cantidades y estar por tanto más influidos por su actividad.

El PRS fue generalmente más alto en las dos muestras de verano (salvo en L. Clara), y menos abundantes en invierno y primavera, aunque con algunas variaciones dependiendo del ecosistema. Así por ejemplo se registraron en algunos casos



valores altos de PRS en otoño y primavera. La variación del PT con el tiempo fue menor que en el PRS, y, como en éste, se aprecia una tendencia a incrementarse durante el verano, más clara en las dos turberas que en las lagunas.

En L. Clara y T. Clara los nitratos fueron aumentando progresivamente desde octubre-1993 hasta mayo-1994 y descendieron bastante en julio-1994. En L. Roya y T. Roya, aunque los nitratos fueron más variables en el tiempo, también disminuyeron bruscamente en julio-1994. En la época estival es frecuente un descenso de nutrientes en el epilimnion de los lagos por el mayor desarrollo del fitoplancton. En el presente estudio esto se apreció en los nitratos, pero no en el PRS. Puede deberse a la mayor rapidez de reciclado del fósforo en comparación con el nitrógeno (ver DE HOYOS, 1996). Por otra parte, hay que destacar que en las muestras de agosto-1993 la concentración de nitratos fue alta en los cuatro ecosistemas.

No se puede destacar ningún aspecto de la variación estacional del silicio. En bastantes muestras el SiRS fue indetectable. De forma general, el SiRS suele presentar una relación negativa con la abundancia de diatomeas, que necesitan mayores cantidades de Si, pero esta relación no se aprecia en nuestro caso.

El valor máximo del color del agua (159 mg Pt/l) y la mediana más alta (104, 4 mg Pt/l) se registraron en T. Roya (tabla 8). Los valores más bajos correspondieron a L. Clara, que es la de mayor volumen, pero con una cuenca muy pequeña, por lo que influyen menos en ella los materiales arrastrados por el agua de escorrentía. La variación del color a lo largo del año parece estar relacionada con este tipo de aportes, ya que en los cuatro ecosistemas se observan dos picos importantes, uno en diciembre-1993 y otro en mayo-1994 (figura 12). En diciembre de 1993 en el Lago de Sanabria también se detectó un incremento del color tras entradas grandes de agua en el sistema (DE HOYOS, 1996).

## **Fitoplancton**

En la tabla 9 se señala la riqueza correspondiente a cada grupo de algas en cada uno de los cuatro ecosistemas, y en el anexo de este trabajo se indican los principales taxones encontrados.

Respecto a la importancia relativa de los diferentes grupos (en función de la riqueza), y taxones más representativos, se pueden hacer las mismas consideraciones que para el conjunto de los ecosistemas de las sierras Segundera y Cabrera.

Las dos turberas presentaron la mayor riqueza, más alta en T. Roya, a pesar de analizarse en ella menor número de muestras que en T. Clara. La diferencia entre L. Clara y L. Roya fue muy pequeña. En L. Roya y T. Roya las concentraciones de nitratos, PRS y SiRS, fueron mayores que en T. Clara. Ambientes con una concentración media de nutrientes tienden a poseer una riqueza y diversidad mayor que ambientes situados en los extremos del gradiente trófico (oligotróficos o eutróficos).

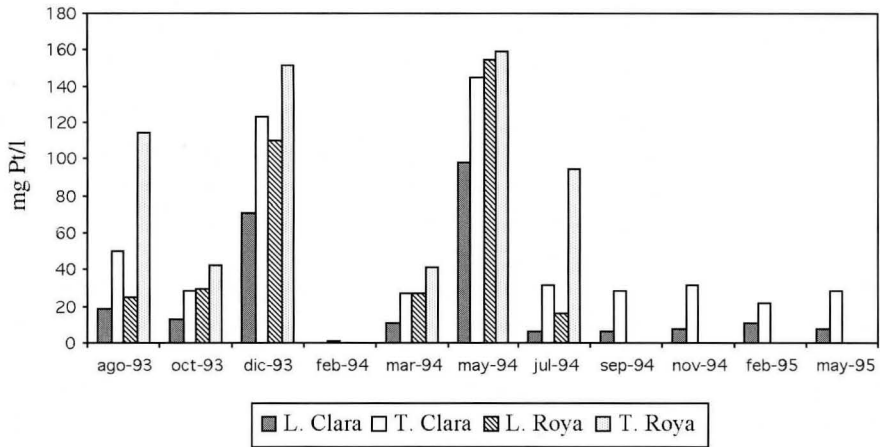


FIGURA 12. Variación del color del agua en L. Clara, T. Clara, L. Roya y T. Roya en el periodo de estudio de cada ecosistema.

Grupo	Nº taxones			
	L. Clara	T. Clara	L. Roya	T. Roya
<b>Chlorophyta</b>	90	134	101	154
Zygnematales	57	85	61	103
Resto Chlorophyta	33	49	40	51
<b>Bacillariophyceae</b>	64	47	49	46
<b>Cyanophyta</b>	17	20	14	17
<b>Chrysophyceae</b>	22	27	17	22
<b>Pyrrhophyta</b>	13	10	10	10
<b>Cryptophyta</b>	4	4	4	4
<b>Euglenophyta</b>	4	10	8	8
<b>Xanthophyceae</b>	3	4	2	3
<b>Raphidophyta</b>	0	1	1	1
<b>TOTAL</b>	217	257	206	265

TABLA 9. Número de taxones (géneros, especies, variedades) encontrados en L. Clara, T. Clara, L. Roya y T. Roya en el periodo de estudio de cada ecosistema.

En T. Clara los mayores valores de número de células se observaron durante el verano (20907 células/ml en agosto-1993 y 32263 células/ml en julio-1994), y estuvieron relacionados con los máximos de clorofila *a* (figuras 13 y 14). Las algas más abundantes en esos máximos fueron las clorococales *Crucigenia quadrata* y

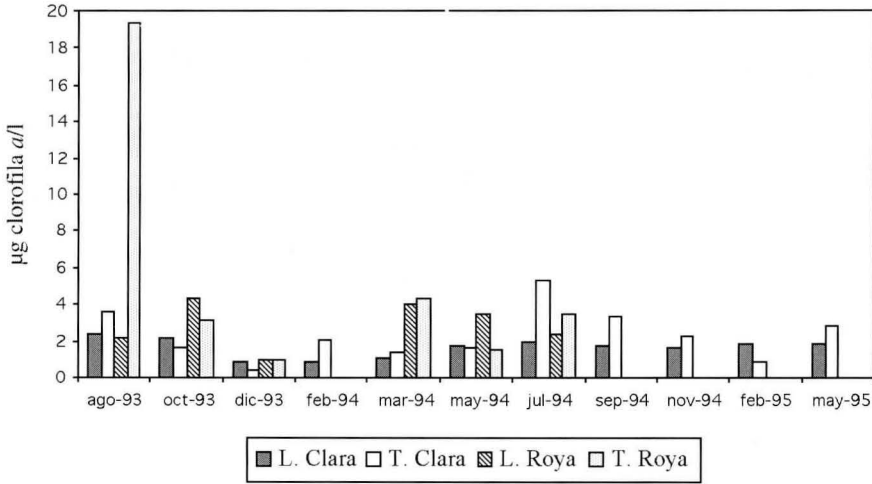


FIGURA 13. Variación de la concentración de clorofila *a* en L. Clara, T. Clara, L. Roya y T. Roya en el periodo de estudio de cada ecosistema.

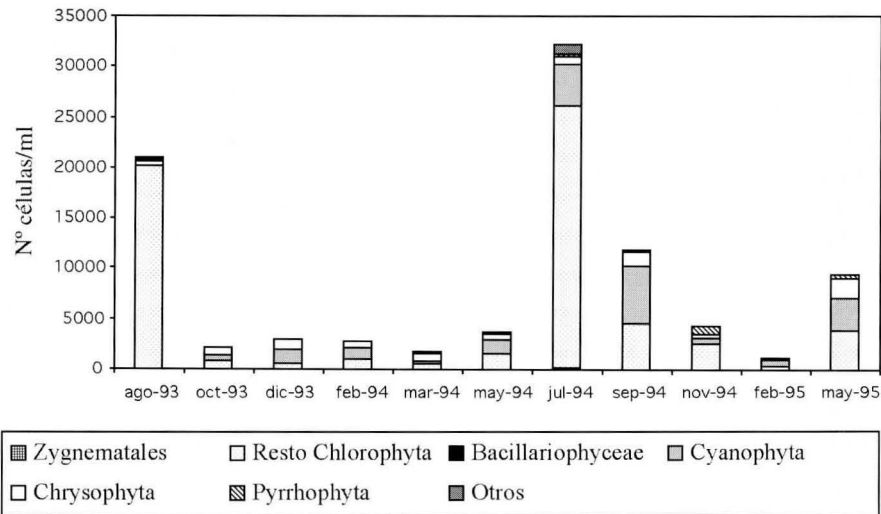


FIGURA 14. Abundancia de cada uno de los grupos de algas en la turbera Clara a lo largo del periodo de estudio.

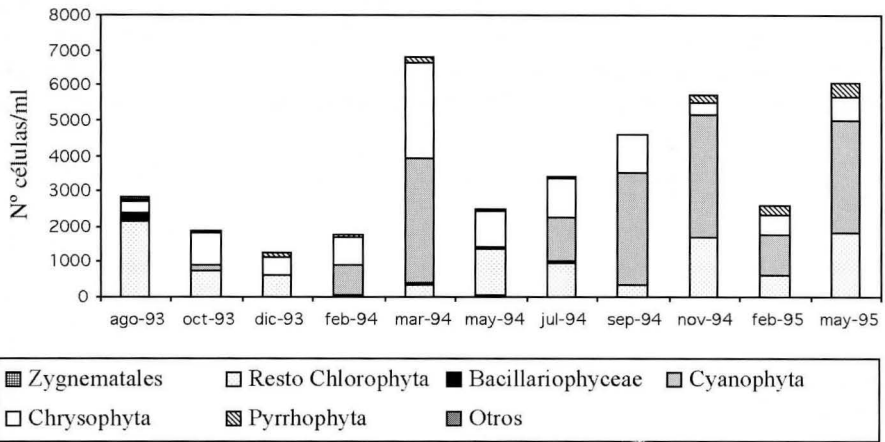


FIGURA 15. Abundancia de cada uno de los grupos de algas en la laguna Clara a lo largo del periodo de estudio.

*C. tetrapedia*. Las altas temperaturas estivales pueden favorecer el crecimiento de este tipo de algas.

En L. Clara las mayores abundancias se produjeron en primavera y otoño (máximo en marzo-1994), y en las muestras de verano hubo cantidades intermedias (figura 15). En L. Royá el máximo se produjo también en marzo-1994, y en verano se registraron las mínimas abundancias (figura 16). Los máximos de clorofila *a* no correspondieron en estas dos lagunas con los máximos en número de células (figuras 13, 15 y 16). Esto se debe a que en estos máximos de abundancia las algas principales fueron pequeñas cianofíceas coloniales. En L. Clara la mayor clorofila *a* se midió en la muestra de agosto-1993, siendo las clorococales las algas dominantes. La concentración de clorofila *a* es una variable que no sólo depende de la biomasa fitoplanctónica, sino también del estado fisiológico de las células.

En la turbera Royá la abundancia total del fitoplancton fue, como en T. Clara, mayor en verano, y el máximo número de células (julio-1994) se debió también al desarrollo de *C. quadrata* y *C. tetrapedia*. El máximo de clorofila *a* (agosto-1993) no coincide sin embargo con el máximo en número de células (figuras 13 y 17), y está más bien relacionado con la proliferación de desmidiáceas, que, aunque cuantitativamente no sean importantes, aportan mucha clorofila por el gran tamaño de muchas de ellas. La muestra con mayor abundancia de desmidiáceas en T. Royá fue precisamente la de agosto-1993.

Las comunidades fitoplanctónicas naturales presentan una sucesión estacional en la que se van sustituyendo unas especies dominantes y codominantes por otras. Aunque se han establecido pautas generales en relación a la sucesión del fito-

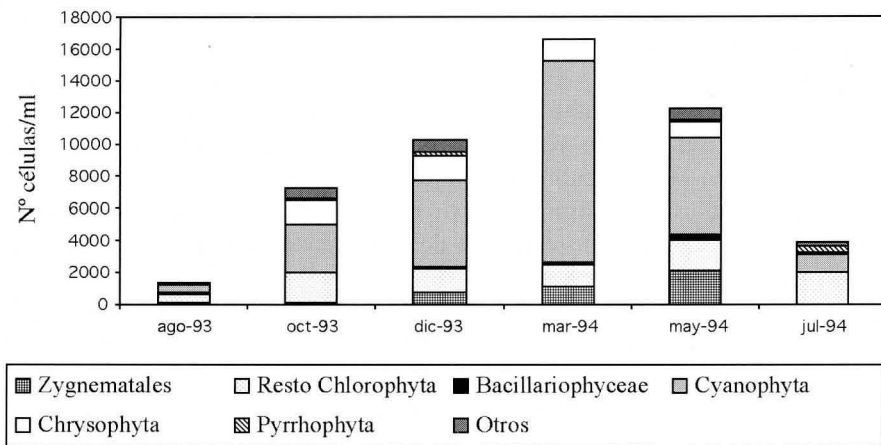


FIGURA 16. Abundancia de cada uno de los grupos de algas en la laguna Roya a lo largo del periodo de estudio.

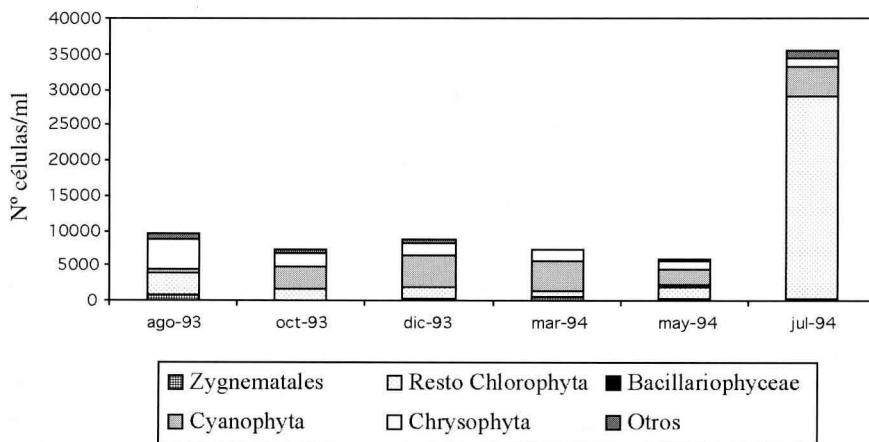


FIGURA 17. Abundancia de cada uno de los grupos de algas en la turbera Roya a lo largo del periodo de estudio.

plancton, los ciclos descritos para un lago no se pueden generalizar a otros (LUND, 1965). Además existe variedad entre los ciclos anuales de un mismo lago (DE HOYOS, 1996).

En el presente estudio, la evolución estacional de la abundancia de cada grupo de algas fue diferente de un sistema a otro, pero se pueden hacer algunas conside-

raciones generales. Así, en los ambientes más someros (T. Clara y T. Roya) las clorococales fueron las algas predominantes en verano (figuras 14 y 17), pero esto no ocurrió siempre en L. Clara y L. Roya (figuras 15 y 16). Las zygnematales y diatomeas, normalmente presentaron una escasa abundancia, y sus máximos ocurrieron a veces en verano y otras veces en primavera. Las cianofíceas se mantuvieron presentes durante todo el seguimiento, pero con tendencia a ser más abundantes en muestras no estivales. Algo similar ocurrió con las crisofíceas, pues aunque a veces algunas especies fueron representativas del fitoplancton en verano, generalmente tuvieron más importancia en otras épocas.

Un aspecto destacable de las comunidades fitoplanctónicas de estos ecosistemas es la importancia de las especies flageladas a lo largo de todo el periodo de estudio. Sin considerar las pequeñísimas cianofíceas coloniales (con alta proporción de células pero escasa aportación de biomasa), el % de células de especies flageladas en L. Clara y T. Clara es en la mayoría de las muestras el 70% o más del total de células. En L. Clara en algunas ocasiones incluso superan el 90%. En L. Roya y T. Roya el porcentaje de células flageladas fue menor, pero en bastantes muestras superior al 60%.

Los flagelados proporcionan la mayor cantidad de biomasa del fitoplancton en los lagos oligotróficos y húmicos del norte de Europa y Norteamérica, y su porcentaje, tanto de biomasa como de nº de células, está relacionado con la intensidad del color del agua (SEATH & HELLEBUST, 1978; ILMAVIRTA, 1983; ILMAVIRTA, 1990; ELORANTA, 1995). Pueden ser predominantes en ambientes muy extremos, como bajo las cubiertas de hielo superficiales o los lagos antárticos (AGBETI & SMOL, 1995; FUMANTI *et al.*, 1995). De todos los flagelados las crisofíceas predominan en estos ecosistemas (ELORANTA, 1962, 1989; NYGAARD, 1978; ILMAVIRTA, 1980).

La principal razón de esta abundancia es la ventaja que el movimiento proporciona a los flagelados frente al resto de las algas: pueden buscar zonas de intensidad de luz y de concentración de nutrientes adecuadas (ILMAVIRTA, 1980, 1983). Además, muchas algas flageladas son mixotrofas (capaces de combinar la nutrición autótrofa y heterótrofa), como mecanismo de adaptación a la escasez de luz y nutrientes en el medio (JONES, 1994; ROTHHAUPT, 1996 a y b; THINGSTAD, 1996). En ciertos ambientes, como los de las sierras Segundera y Cabrera, a la limitación de luz propia de ambientes de montaña, se une la que provoca el intenso color del agua.

## RESUMEN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES

1. Las lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera son ecosistemas poco mineralizados, con pH ligeramente ácido y baja alcalinidad y con-

- ductividad, lo cual está relacionado con el tipo de rocas de la zona. Las turberas presentan un pH menor que las lagunas.
2. La composición iónica del agua refleja que son sistemas muy influenciados por las precipitaciones atmosféricas.
  3. Son medios pobres en compuestos de nitrógeno, fósforo y sílice. La mayoría son ecosistemas oligotróficos u oligo-mesotróficos.
  4. El color del agua es bastante alto en general, especialmente en las turberas. Esto indica que muchos de estos sistemas pueden ser en realidad distróficos, y esta distrofia contribuye a disminuir el pH del agua.
  5. La riqueza fitoplanctónica es bastante alta. Ésta puede verse aumentada por la presencia en el fitoplancton de especies ligadas a la vegetación litoral y especies bentónicas.
  6. El grupo más destacable en cuanto a su riqueza fue el orden Zygnematales (Chlorophyta), especialmente la familia Desmidiaceae.
  7. En relación con la abundancia (número de células), destacan los grupos de algas flageladas (crisofíceas, dinoflageladas y criptofíceas fundamentalmente), lo que puede estar relacionado con la pobreza en nutrientes y la atenuación de la luz por la presencia de sustancias húmicas en el agua.
  8. Durante el verano las especies de algas verdes, especialmente de clorococales, pueden llegar a ser muy abundantes y provocar un aumento de clorofila *a*, sobre todo en ambientes más someros. Pero los máximos de abundancia del fitoplancton y de clorofila no siempre se producen en verano.

Los resultados de este trabajo permiten afirmar que, debido a su pobre mineralización y escasa capacidad de tamponamiento, las lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera son sistemas muy sensibles a alteraciones que puedan modificar el pH. En este sentido las alteraciones provenientes de la atmósfera serían muy peligrosas, debido a la gran influencia de las precipitaciones sobre estos sistemas.

Son medios que albergan un gran número de especies, y las comunidades presentan dinámicas complejas debido a la rapidez de los cambios que se producen en el medio.

Los resultados apoyan la necesidad de una adecuada gestión y conservación de estos ecosistemas. Especial atención merecen las turberas, ya que pasan más desapercibidas por el general desconocimiento que se tiene de ellas, y podrían resultar afectadas por múltiples impactos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha podido desarrollarse gracias a la financiación del Instituto de Estudios Zamoranos «Florián de Ocampo» (VIII convocatoria de Becas de Investigación).

La dirección del Parque Natural del Lago de Sanabria y sus Alrededores (Junta de Castilla y León) permitió la utilización del laboratorio limnológico y la Casa Forestal del Lago, lo que facilitó enormemente el trabajo.

A ambas instituciones, y a todas las personas que en algún momento prestaron su apoyo y ayuda, quiero expresar mi más sincero agradecimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGBETI, M. D. & J. P. SMOL, 1995: «Winter limnology: a comparison of physical, chemical and biological characteristics in two temperate lakes during ice cover». *Hydrobiol.* 304: 221-234.
- ALDASORO, J. J.; C. DE HOYOS; J. C. VEGA y B. G. VICUÑA, 1984: «Comunidades de plantas macrófitas y de crustáceos en las lagunas de montaña del NW de España». *Limnetica* 1: 111-115.
- ALDASORO, J. J.; C. DE HOYOS y J. C. VEGA, 1992: «El lago de Sanabria. Estudio Limnológico». En: *Monografías de la red de espacios naturales de Castilla y León*; Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (Junta de Castilla y León). Valladolid.
- ALDASORO, J. J.; C. AEDO; J. MUÑOZ; C. DE HOYOS; J. C. VEGA; A. I. NEGRO & G. MORENO. 1996a: «A survey on Cantabrian mires (Spain)». *Anales Jard. Bot. Madrid* 54: 472-489.
- ALDASORO, J. J.; C. AEDO; J. MUÑOZ; C. DE HOYOS; A. I. NEGRO; J. C. VEGA; G. MORENO y O. SÁNCHEZ, 1996b: «Las últimas turberas cantábricas». *Quercus* 129: 16-19.
- ALDASORO, J. J.; C. AEDO; J. MUÑOZ; C. DE HOYOS; J. C. VEGA; A. I. NEGRO y G. MORENO, 2000: «Un estudio preliminar de las turberas cantábricas». En: *Conservación de lagos y humedales de alta montaña de la Península Ibérica*. Granados & Toro (Eds), pp. 157-163.
- ALEXANDER, V. & R. J. BARSDATE, 1971: «Physical limnology, chemistry and plant productivity of a Taiga lake». *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 56: 825-872.
- ALMODÓVAR, A. y B. ELVIRA, 2000: «Clasificación y conservación de los lagos de alta montaña de España según su ictiofauna». En: *Conservación de lagos y humedales de alta montaña de la Península Ibérica*. Granados & Toro (Eds), pp. 201-206.
- ALONSO, M. 1998: «Las lagunas de la España peninsular». *Limnetica* 15: 1-176.
- ÁLVAREZ, B., J. ÁLVAREZ, A. DIEGO, J. M. FERNÁNDEZ, S. GÓMEZ, E. POSTIGO, I. VARA, J. R. VEGA y J. C. VEGA, 1992: *Sanabria desde el Aula Activa de San Martín de Castañeda*. Ed. Junta de Castilla y León (Consejería de Cultura y Turismo).
- ANTÓN, F. J. 2000: «Diagnóstico y propuesta de conservación de las lagunas de Valdelaguna y Neila (Burgos)». En: *Conservación de lagos y humedales de alta montaña de la Península Ibérica*. Granados & Toro (Eds), pp. 259-274.
- APHA, 1989: «Standard Methods for the examination of Water, sewage and Wastewater». In: *17<sup>th</sup> De. American Public Health Association*. Washington.
- BACHMANN, H. 1913: «Planktonproben aus Spanien gasammelt von Prof. dr. Halbfuß». *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 31: 183-188.
- BOURRELLY, P. 1970: *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome III. Les algues bleues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines*. Paris: N. Boubée & Cie.
- BRETSCHKO, G. 1995: «Opportunities for High Alpine Research, the Lake "Vorderer Finstertaler See" as an Example (Kühtai, Tirol, 2237 m a.s.l.)». *Limnologica* 25 (2): 105-108.
- BRIDGHAM, S.D.; J. PASTOR; J. A. JANSSENS & C. CHAPIN, 1996: «Multiple limiting gradients in peatlands: a call for a new paradigm». *Wetlands* 16 (1): 45-65.
- BROOK, A. J. 1959: «The status of desmids in the plankton and the determination of phytoplankton quotients». *J. Ecol.* 47: 429-45.
- CARPENTER, S. R. & M. L. PACE, 1997: «Dystrophy and eutrophy in lake ecosystems: implications of fluctuating inputs». *Oikos* 78: 3-14.



- CASADO, S. y C. MONTES, 1995: *Guía de los lagos y humedales de España*. J.M. Reyero Ed. 255 pp.
- CATALÁN, J., E. BALLESTEROS, L. CAMARERO, M. FELIP & E. GARCÍA. 1992: «Limnology in the Pyrenean lakes». *Limnetica* 8: 27-38.
- CLYMO, R. S. 1983: «Peat». In: *Ecosystems of the world. Vol. 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor; general studies*. Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 159-224.
- COESEL, P. F. M. 1982: «Structural characteristics and adaptations of desmid communities». *J. Ecol.* 70: 163-177.
- COESEL, P. F. M. 1986: «Structure and dynamics of desmid communities in hydrosere vegetation in a mesotrophic quivering bog». *Nova Hedwigia* 56: 119-143.
- COWARDIN, L. M. & F. C. GOLET, 1995: «US Fish and Wildlife Service 1979 wetland classification: A review». *Vegetatio* 118: 139-152.
- CRONBERG, G., G. LINDMARK & S. BJÖRK, 1988: «Mass development of the flagellate *Gonyostomum semen* (Raphidophyta) in Swedish forest lakes – an effect of acidification?». *Hydrobiol.* 161: 217-136.
- CUTHBERT, I. D. & P. DEL GIORGIO, 1992: «Toward a standard method of measuring color in freshwater». *Limnol. Oceanogr.* 37 (6): 1319-1326.
- CV DAN, M. & R. LAUSEVIC, 1991: «Desmids of Vlasinsko Lake-from Peat Bog to Lake». *Arch. Protistenkd* 139: 21-37.
- DE HOYOS, C. 1996: *Limnología del Lago de Sanabria. Variabilidad interanual del fitoplancton*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- DE HOYOS, C. & F. A. COMÍN, 1999: «The importance of inter-annual variability for management». *Hydrobiol.* 395/396: 281-291.
- DE HOYOS, C., J. J. ALDASORO, M. TORO & F. A. COMÍN, 1998: «Specific composition and ecology of chrysophyte flagellates in Lake Sanabria (NW Spain)». *Hydrobiol.* 369/370: 287-295.
- DE HOYOS, C., F. A. COMÍN, J. J. ALDASORO y J. C. VEGA, 2000: «Las cianofíceas en el lago de Sanabria: significado y variabilidad estacional». En: *Conservación de lagos y humedales de alta montaña de la Península Ibérica*. Granados & Toro (Eds), pp. 131-142.
- DICKINSON, C. H. 1983: «Micro-organisms in peatlands». In: *Ecosystems of the world. Vol. 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor; general studies*. Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 225-245.
- DUTHIE, H.C. 1965: «A study of the distribution and periodicity of some algae in a bog pool». *J. Ecol.* 53: 343-359.
- ELORANTA, P. 1962: «The phytoplankton of some subarctic lakes in Finnish Lapland». *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica* 62: 41-57.
- ELORANTA, P. 1989: «On the ecology of the genus *Dinobryon* in Finnish lakes». *Ecological studies. Nova Hedwigia* 95: 99-109.
- ELORANTA, P. 1995: «Phytoplankton of the national park lakes in central and southern Finland». *Ann. Bot. Fenn.* 32: 193-209.
- ELORANTA, P. & A. RÄIKE, 1995: «Light as a factor affecting the vertical distribution of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing (Raphidophyceae) in lakes». *Aqua Fennica* 25: 15-22.
- EUROLA, S. & K. HOLAPPA, 1985: «The Finnish mire type system». *Aquilo Ser. Bot.* 21: 101-110.
- FERNÁNDEZ SAÑUDO, P., J. GARCÍA, M. E. PÉREZ, M. L. PASCUAL, J. HIDALGO, A. RODRÍGUEZ y C. MONTES, 2000: «La protección y conservación de los lagos y lagunas de alta montaña en la España Peninsular». En: *Conservación de lagos y humedales de alta montaña de la Península Ibérica*. Granados & Toro (Eds), pp. 33-49.
- FLENSBURG, T. & J. H. SPARLING, 1973: «The algal microflora of a string mire in relation to the chemical composition of water». *Can. J. Bot.* 51: 743-749.
- FORSBERG, C. 1992: «Will an increased greenhouse impact in Fennoscandia give rise to more humic and coloured lakes?». *Hydrobiol.* 229: 51-58.
- FORTEZA, J., L. F. LORENZO, N. NAJAC, S. CUADRADO, F. INGELMO, J. HERNÁNDEZ, P. GARCÍA, M. L. PRAT, M. C. MUÑEZ, M. C. MACARRO y M. D. RIVAS, 1988: *Mapa de suelos de Castilla y León*. Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio (Junta de Castilla y León) ed. Valladolid.

- FUMANTI, B.; S. ALFINTO & P. CAVACINI, 1995: «Floristic studies on freshwater algae of Lake Gondwana, Northern Victoria Land (Antarctica)». *Hydrobiol.* 316: 81-90.
- GARCÍA LÓPEZ, P., P. LAUZURICA, P. REY y A. ROA, 1992: «Informe botánico del Parque Natural del Lago de Sanabria y sus alrededores». En: *Monografías de la Red de Espacios Naturales de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio* (Junta de Castilla y León) ed. Valladolid.
- GORE, A. J. P. (Ed.) 1983: «Introduction». In: *Ecosystems of the world. Vol. 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor; general studies*. Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 1-34.
- GRANADOS, I., M. TORO y L. NAVALÓN, 2000: «Control de impactos ambientales y restauración del medio en la laguna de Peñalara y su cuenca (Sierra de Guadarrama, Madrid)». En: *Conservación de lagos y humedales de alta montaña de la Península Ibérica*. Granados & Toro (Eds), pp. 235-246.
- HALBFASS, W. 1913: «Der Castañedasee, der größte Süßwassersee Spaniens, und seine Umgebung». *Petermann Mitteilungen* 59: 306-312.
- HOSIAISLUOMA, V. 1975: «Muddy peat algae of Finnish raised bogs». *Ann. Bot. Fenn.* 12: 63-73.
- HUTCHINSON, G. E. 1967: *Treatise on Limnology. Volumen II. Introduction to lake biology and the limnoplankton*. New York: John Wiley & Sons.
- ILMAVIRTA, V. 1980: «Phytoplankton in 35 Finnish brown-water lakes of different trophic status». In: M. Dokulil, H. Metz & D. Jewson de. *Developments in Hydrobiology. 3. The Hague*. Dr. W. Junk Publish.
- 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: «Ocurrence of phytoplankton species along nutrient, pH and color gradients in Eastern Finnish lakes». *Int.Vereinigung Theor. Limnol.* 24: 702-706.
- INGRAM, H. A. P. 1983: «Hydrology». In: *Ecosystems of the world. Vol. 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor; general studies*. Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 67-158.
- JONES, R. I. 1992: «The influence of humic substances on lacustrine planktonic food chains». *Hydrobiol.* 229: 73-91.
- JONES, R. I. 1994: «Mixotrophy in planktonic protists as a spectrum of nutritional strategies». *Mar. Microbial Food Webs* 8 (1-2): 87-96.
- KILHAM, P. 1982: «The biogeochemistry of bog ecosystems and the chemical ecology of Sphagnum». *The Michigan Botanist.* 21: 159-168..
- LE COHU, R., J. GUITARD, N. COMOY et J. BRABET, 1989: «*Gonyostomum semen* (Raphidophycées), nuisance potentielle des grands réservoirs français? L'exemple du lac de Pareloup». *Arch. Hydrobiol.* 117 (2): 225-236.
- LUND, J. W. G. 1965: «The ecology of freshwater phytoplankton». *Biol. Rev.* 40: 231-293.
- MARGALEF, R. 1955: «Comunidades bióticas de las aguas dulces del noroeste de España». *Pub. Inst. Biol. Apl.* 21: 5-85.
- MARGALEF, R. 1983: *Limnología*. Ed. Omega. 1010 pp.
- MARTÍN, H. 1982: *Guía de campo de los helechos, musgos y líquenes de Europa*. Ed. Omega. 256 pp.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E. 1971: «Esquema geológico del noroeste de la provincia de Zamora (NW España)». *Actas I Congreso Hisp. Luso Amer. Geol. Econ.* 1: 273-286.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E. 1973: «Deformación y metamorfismo en la zona de Sanabria (provincias de Zamora, León y Orense, noroeste de España)». *Stud. Geol.* 5: 7-106.
- MORALES-BAQUERO, R., P. CARILLO, L. CRUZ-PIZARRO & P. SÁNCHEZ CASTILLO. 1992: «Southern most high mountain lakes in Europe (Sierra Nevada) as reference sites for pollution and climate change monitoring». *Limnetica* 8: 39-47.
- MORÁN, M. A. 1988: «El clima de la provincia de Zamora». En: *Anales del Instituto de Estudios Zamoranos «Florián de Ocampo»*, pp. 271-291.
- MOSS, B. 1972: «The influence of environmental factors on the distribution of freshwater algae: an experimental study. I: introduction and the influence of calcium concentration». *J. Ecol.* 60: 917-932.
- MUÑOZ, J. & J. J. ALDASORO, 1995: «*Sphagnum majus* subsp. *norvegicum* and *Sphagnum subtile*, new to the Iberian Peninsula». *The Bryologist* 98: 38-40.

- NEGRO, A. I., C. DE HOYOS & J. C. VEGA, 2000: «Phytoplankton structure and dynamics in Lake Sanabria and Valparaíso reservoir (NW Spain)». *Hydrobiol.* 424: 25-37.
- NEGRO, A. I., C. DE HOYOS, A. DEL RÍO & R. LE COHU, 1994. Comparación de las comunidades fitoplanctónicas en dos embalses de reciente creación: Riaño y Valparaíso (España). *Limnetica* 10(1):115-121.
- NYGAARD, G. 1978: «Freshwater Phytoplankton from the Narssaq Area, South Greenland». *Bot. Tidsskr.*, 73: 3-4.
- OCDE, 1982: *Eutrophisation des eaux. Methodes de surveillance d'evaluation et de lutte*. Paris.
- PLANAS, D. 1991: «Factors controlling phytoplankton community structure in an alkaline versus a softwater lake». *Oecologia Aquatica* 10: 95-111.
- PROCTOR, M. C. F. 1995: «The Ombrogenous Bog Environment». In: *Restoration of Temperate Wetlands*. John Wiley & Sons. Chichester. pp 287-303.
- REYNOLDS, C. S. 1984: *Ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge: University Press.
- RIERA, J. L., D. JAUME, J. DE MANUEL, J. A. MORGUI & J. ARMENGOL, 1992: «Patterns of variation in the limnology of spanish reservoirs: a regional study». *Limnetica* 8: 111-123.
- ROTHHAUPT, K. O. 1996a: «Utilization of substitutable carbon and phosphorus sources by the mixotrophic chrysophyte *Ochromonas* sp.». *Ecology* 77 (3): 706-715.
- ROTHHAUPT, K. O. 1996b: «Laboratory experiments with a mixotrophic chrysophyte and obligately phagotrophic and phototrophic competitors». *Ecology* 77 (3): 716-724.
- ROSÉN, G. 1981: «Phytoplankton indicators and their relations to certain chemical and physical factors». *Limnologia* (Berlin), 13(2): 2263-290.
- SÁNCHEZ-CASTILLO, P. M. 1987: «Un nuevo taxon del género *Chromulina*, *C. nevadensis* P.M. Sánchez, Sp. nov.». *Cryptogamie, Algologie* 8 (4): 235-240.
- SEATH, R. G. & J. A. HELLEBUST, 1978: «Comparison of algae in the euplankton, tychoplankton, and periphyton of a tundra pond». *Can. J. Bot.* 56: 1472:1483.
- SCOR-UNESCO, 1966: «Determination of photosynthetic pigments». In UNESCO ed.: *Monographs on Oceanographic Methodology I*. Paris.
- SOURNIA, A. 1978: *Phytoplankton manual*. UNESCO.
- SPAULDING, S. A.; J. V. WARD & J. BARON, 1993: «Winter phytoplankton dynamics in a subalpine lake, Colorado, U.S.A.». *Arch. Hydrobiol.* 129: 179-198.
- TABOADA, J. 1913: «El Lago de San Martín de Castañeda». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.* 13: 860-883.
- TALLIS, J. H. 1983: «Changes in wetland communities». In: *Ecosystems of the world. Vol. 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor; general studies*. Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 311-347.
- THINGSTAD, T. F. 1996: «On the strategy of eating your competitor: A mathematical analysis of algal mixotrophy». *Ecology* 77 (7): 2108-2118.
- VEGA, J. C. y J. J. ALDASORO, 1994: «Geología de Sanabria». En: *Monografías de la Red de Espacios Naturales de Castilla y León*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (Junta de Castilla y León) ed. Valladolid.
- VEGA, J. C.; C. DE HOYOS y J. J. ALDASORO, 1991: «Estudio del sistema de lagunas de las sierras Segundera y Cabrera». En: *Monografías de la Red de Espacios Naturales de Castilla y León*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (Junta de Castilla y León) ed. Valladolid.
- VEGA, J. C.; C. DE HOYOS & J. J. ALDASORO, 1992: «The Sanabria Lake. The largest natural freshwater lake in Spain». *Limnetica* 8: 49-57.
- YUNG, Y-K.; P. STOKES, & E. GORHAM, 1985: «Algae of selected continental and maritime bogs in North America». *Can. J. Bot.* 64: 1825-1833.
- VIELVA, J. 2000: «La experiencia de gestión de un Espacio Natural Protegido de alta montaña: Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara». En: *Conservación de lagos y humedales de alta montaña de la Península Ibérica*. Granados & Toro (Eds), pp. 229-233.
- WETZEL, R.G. 1981: *Limnología*. Ed. Omega. 679 pp.
- ZOLTAI, S. C. & D. H. VITT, 1995: «Canadian wetlands: Environmental gradients and classification». *Vegetatio* 118: 131-137.

## ANEXO

Taxones más representativos del fitoplancton de las lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera, listados alfabéticamente en cada grupo de algas. Sólo se han incluido los que han aparecido, al menos, en aproximadamente el 10% de los ecosistemas (el número de ecosistemas donde se ha visto cada taxón se señala en la columna «Frec.» -frecuencia-). En las columnas LC, TC, LR y TR se indican (con asterisco) cuáles de esos taxones aparecieron en Laguna Clara, Turbera Clara, Laguna Roya y Turbera Roya respectivamente.

	Frec.	LC	TC	LR	TR
<b>Zygnematales</b>					
<i>Actinotaenium cucurbita</i> (Bréb. ex Ralfs) Teil. ex Ruzicka & Pouzar	16	*			
<i>Act. cucurbitinum</i> (Bisset) Teil.	4				*
<i>Act. globosum</i> (Bulnh.) Först. ex Comp.	8	*	*		*
<i>Act. minutissimum</i> (Nordst.) Teil.	4				
<i>Bambusina borreri</i> Delponte	9		*		*
<i>Closterium acutum</i> Bréb. in Ralfs	26	*	*	*	*
<i>Cl. cornu</i> Ehr. ex Ralfs	8		*		
<i>Cl. diana</i> Ehr. ex Ralfs var. <i>diana</i>	4				
<i>Cl. gracile</i> Bréb. ex Ralfs var. <i>gracile</i>	4	*			
<i>Cl. intermedium</i> Ralfs	8				*
<i>Cl. navicula</i> (Bréb.) Lütkem. in Cohn	6			*	*
<i>Cl. pronum</i> Bréb.	4		*		*
<i>Cl. setaceum</i> Ehr. ex Ralfs var. <i>setaceum</i>	5				
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Racib. var. <i>germanicum</i> (Racib.) Krieg. & Gerl.	16		*	*	*
<i>C. amoenum</i> Bréb. in Ralfs	12			*	*
<i>C. bioculatum</i> (Bréb.) ex Ralfs var. <i>bioculatum</i>	6			*	*
<i>C. bioculatum</i> (Bréb.) var. <i>depressum</i> (Schaarschm.)	9	*	*	*	*
<i>C. brebissonii</i> Menegh. ex Ralfs	4				*
<i>C. contractum</i> Kirchn. var. <i>contractum</i>	11		*		*
<i>C. contractum</i> Kirchn. var. <i>minutum</i> (Delp.) W. & G. S. West	7	*	*		*
<i>C. costatum</i> (Nordst.) Nordst.	4				
<i>C. depressum</i> (Näg.) Lund. var. <i>planctonicum</i> Reverdin	6				
<i>C. difficile</i> Lütkem.	7	*	*	*	*
<i>C. humile</i> (Gay) Nordst.	9	*	*	*	*
<i>C. cf. humile</i> (Gay) Nordst.	16				*
<i>C. margaritifera</i> Menegh. ex Ralfs var. <i>margaritifera</i>	21	*	*	*	*
<i>C. norinbergense</i> Reinsch. var. <i>depressum</i> (W. & G. S. West) Krieg. & Gerl.	7		*	*	*
<i>C. ornatum</i> Ralfs ex Ralfs	10		*	*	*
<i>C. polygonum</i> (Näg.) Arch. var. <i>acutius</i> Messik	9		*	*	*
<i>C. pseudoconnatum</i> Nordst. var. <i>pseudoconnatum</i>	7	*	*	*	*
<i>C. punctulatum</i> Bréb. var. <i>punctulatum</i>	15	*	*	*	*
<i>C. pyramidatum</i> Bréb. in Ralfs	12	*	*	*	*
<i>C. quadratum</i> (Gay) De Toni var. <i>quadratum</i>	9	*	*	*	*
<i>C. rectangulare</i> Grun. in Rabenh. var. <i>rectangulare</i>	5				

	Frec.	LC	TC	LR	TR
<b>Zygnematales</b> (continuación)					
<i>C. regnellii</i> Wille var. <i>minimum</i> Eichl. & Gutw.	13	*	*	*	*
<i>C. regnellii</i> Wille var. <i>pseudoregnelli</i> (Messik) Krieg. & Gerl.	4				
<i>C. reniforme</i> (Ralfs) Arch. var. <i>reniforme</i>	4			*	
<i>C. subarctoum</i> (Lagerh.) Racib.	4				
<i>C. cf. subcrenatum</i> Hantzsch in Rabenh.	4				
<i>C. subprotumidum</i> Nordst.	15	*	*	*	*
<i>C. tinctum</i> Ralfs	21	*	*	*	*
<i>C. venustum</i> (Bréb.) Arch.	14	*	*	*	*
<i>Cosmocladium constrictum</i> Arch. ex Joshua	12	*	*		*
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> (Menegh. ex Ralfs) De Bary	18	*			*
<i>Euastrum ansatum</i> Ehr. ex Ralfs	13	*	*	*	*
<i>E. bidentatum</i> Näg.	7	*	*		
<i>E. binale</i> (Turp.) Ehr. ex Ralfs var. <i>hians</i> (W. West) Krieger	16	*	*	*	*
<i>E. crassum</i> (Bréb.) Kütz. ex Ralfs	8	*	*		*
<i>E. denticulatum</i> (Kirchn.) Gay	21	*	*	*	*
<i>E. cf. didelta</i> Ralfs ex Ralfs	5	*	*		*
<i>E. dubium</i> Näg.	10		*		
<i>E. elegans</i> (Bréb.) Kütz. ex Ralfs	25	*	*		*
<i>E. gayanum</i> De Toni	13		*		*
<i>E. insulare</i> (Wittr.) Roy	17	*	*		*
<i>E. montanum</i> W. & G. S. West	6				
<i>E. pectinatum</i> Bréb. in Ralfs	7	*	*	*	*
<i>E. praemorsum</i> (Nordst.) Schmidle	4		*		
<i>E. sinuosum</i> Lenorm. ex Arch.	4	*	*		*
<i>E. subtrilobulatum</i> Först. ex Först.	4				
<i>Gonatozygon aculeatum</i> Hastings	17	*	*	*	*
<i>G. brebissonii</i> De Bary	14	*	*	*	*
<i>Heimansia pusilla</i> (Hilse) Coesel	6				
<i>Hyalotheca dissiliens</i> (Sm.) Bréb. ex Ralfs	11				
<i>H. undulata</i> Nordst.	6	*	*	*	*
<i>Mougeotia</i> spp.	33	*	*	*	*
<i>Netrium digitus</i> (Bréb.) Itzigs. & Rothe	9				*
<i>Octacanthium bifidum</i> (Bréb.) Compère	7	*	*		*
<i>O. octocorne</i> (Ehr.) Compère	22	*	*	*	*
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> (Bréb.) De Bary	13		*	*	*
<i>Pl. trabecula</i> (Ehr.) ex Näg. var. <i>trabecula</i>	4	*			*
<i>Sphaeroszma</i> sp.	5			*	
<i>Spirogyra</i> spp.	6	*	*	*	
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) W. & G. S. West	13	*	*		*
<i>Sp. pulchellum</i> Arch.	21	*	*	*	*
<i>Sp. pygmaeum</i> (Cooke) West	8	*	*		
<i>Sp. secedens</i> (De Bary) Arch.	10	*	*	*	*
<i>Spondylosium</i> sp.	6			*	
<i>Staurastrum alternans</i> Ralfs ex Ralfs	7		*	*	*
<i>St. anatinum</i> Cooke & Wills in Cooke	9		*	*	*

	Frec.	LC	TC	LR	TR
<b>Zygnematales (continuación)</b>					
<i>St. arachne</i> Ralfs	10		*	*	*
<i>St. brachiatum</i> Ralfs	19		*		*
<i>St. cf. crenulatum</i> (Näg.) Delp.	14	*	*	*	*
<i>St. denticulatum</i> (Näg.) Arch.	14	*		*	*
<i>St. forficulatum</i> Lund.	10		*		*
<i>St. furcatum</i> (Ehr.) Bréb. var. <i>furcatum</i>	7				*
<i>St. gracile</i> Ralfs var. <i>nanum</i> Wille	16		*		*
<i>St. inconspicuum</i> Nordst.	15	*	*	*	*
<i>St. inflexum</i> Bréb.	13				*
<i>St. manfeldtii</i> Delp.	5				*
<i>St. cf. oxyacanthum</i> Arch.	5				
<i>St. paradoxum</i> Meyen var. <i>longipes</i> Nordst.	15		*	*	*
<i>St. polymorphum</i> Bréb. ex Ralfs	8				*
<i>St. pseudotetracerum</i> (Nordst.) W. & G. S. West	18	*	*	*	*
<i>St. punctulatum</i> Bréb. ex Ralfs	17			*	*
<i>St. teliferum</i> Ralfs	25		*		*
<i>St. tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs	27	*	*	*	*
<i>St. tohopekaligense</i> Wolle	6			*	
<i>St. vestitum</i> Ralfs	5		*	*	*
<i>Staurastrum</i> spp.	16		*	*	*
<i>Staurodesmus connatus</i> (Lund.) Thomasson	15	*	*	*	*
<i>Sta. dejectus</i> (Bréb. ex Ralfs) Teil.	23	*	*	*	*
<i>Sta. extensus</i> (Andersson) Teil.	31	*	*	*	*
<i>Sta. glaber</i> (Ehr. ex Ralfs) Teil. var. <i>glaber</i>	17		*	*	*
<i>Sta. incus</i> (Bréb. ex Ralfs) Teil. var. <i>incus</i>	22	*	*	*	*
<i>Sta. incus</i> (Bréb. ex Ralfs) Teil. var. <i>ralfssii</i> (W. & G. S. West) Teil.	14		*	*	*
<i>Sta. jaculiferus</i> (West.) Teil.	17	*	*	*	*
<i>Sta. phimus</i> (Turner) Thomasson	6				*
<i>Sta. quiriferus</i> var. <i>evolutus</i> (Fritsch & Richt) Teil.	14		*	*	*
<i>Teilingia granulata</i> (Roy & Biss.) Bourr.	31		*	*	*
<i>Tetmemorus granulatus</i> (Bréb.) Ralfs ex Ralfs	13	*	*	*	*
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Bréb.) Kütz.	12		*		*
<i>X. armatum</i> Bréb. ex Ralfs	4	*	*		*
<i>Zygnema</i> spp.	5				
<b>Resto Chlorophyta</b>					
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	20		*	*	*
<i>A. fusiformis</i> Corda	5				
<i>Ankistrodesmus</i> spp.	25	*	*	*	*
<i>Ankyra</i> spp.	4				
<i>Asterococcus limneticus</i> G. M. Smith	15	*		*	*
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.	29	*	*	*	*
<i>Botryosphaerella sudetica</i> (Lemm.) Silva	11	*		*	*

	Frec.	LC	TC	LR	TR
<b>Resto Chlorophyta</b> (continuación)					
<i>Bulbochaete</i> spp.	7				
<i>Chlamydocapsa bacillus</i> (Teil.) Fott	8	*	*		
<i>Chlamydomonas</i> spp.	9				
<i>Chlorella</i> spp.	24	*	*	*	
<i>Chlorococcum</i> sp.	12	*	*	*	*
<i>Chlorolobion lunulatum</i> Hind.	5				
<i>Coccomonas cuneiformis</i> Conrad	7	*	*	*	*
<i>Coelastrum astroideum</i> De-Not.	4				
<i>C. microporum</i> Näg.	5				
<i>C. pulchrum</i> Schmidle	5	*	*		*
<i>Crucigenia quadrata</i> Morr.	13	*	*	*	*
<i>C. tetrapedia</i> (Kirchn.) W. & G. S. West	14	*	*	*	*
<i>Crucigeniella pulchra</i> (W. & G. S. West) Kom.	7				
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	22		*	*	*
<i>D. subsolitarium</i> Van Goor	7		*		*
<i>Dictyosphaerium</i> spp.	14		*	*	
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Br.	5		*		*
<i>Elakathothrix gelatinosa</i> Wille	27	*	*	*	*
<i>E. gelifacta</i> (Chod.) Hind.	5	*	*		*
<i>Eremosphaera viridis</i> De Bary	4		*		
<i>Gonium pectorale</i> O. F. Müller	18			*	*
<i>Gyromitus cordiformis</i> Skuja	9	*	*	*	*
<i>Keratococcus raphidioides</i> (Hansg.) Pasch.	4				
<i>Kirchneriella diana</i> (Bohl.) Comas	8		*		*
<i>Microspora loefgrenii</i> Lagerh.	15			*	*
<i>Monomastix astigmata</i> Skuja	40	*	*	*	*
<i>M. opisthostigma</i> Scherffel	7	*	*	*	*
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	26	*	*	*	*
<i>M. komarkovae</i> Nyg.	22	*	*	*	*
<i>Monoraphidium</i> spp.	5			*	
<i>Neochloris minuta</i> Arce & Bold	9		*		
<i>Oedogonium</i> spp.	8				
<i>Oocystis</i> spp.	16	*		*	*
<i>Oocystella parva</i> (W. & G.S. West) Hind.	21	*	*	*	*
<i>O. solitaria</i> (Wittr.) Hind.	16	*	*	*	*
<i>O. submarina</i> (Lagerh.) Hind.	25	*	*	*	*
<i>Oonephris obesa</i> (W. West) Fott	22	*	*	*	*
<i>Pandorina morum</i> (O. F. Müller) Bory	15			*	*
<i>Paulschulzia</i> sp.	6		*	*	*
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.	7		*		*
<i>P. tetras</i> (Ehr.) Ralfs	31	*	*	*	*
<i>Pedinomonas minutissima</i> Skuja	39	*	*	*	*
<i>Pseudokirchneriella microscopica</i> (Nyg.) Hind.	12			*	*
<i>Pseudosphaerocystis lacustris</i> (Lemm.) Nováková	17		*	*	*

	Frec.	LC	TC	LR	TR
<b>Chlorophyta</b> (continuación)					
<i>Quadricoccus laevis</i> Fott	15	*	*	*	*
<i>Quadrigula closterioides</i> (Bohl.) Pritz	23	*	*	*	*
<i>Radiococcus</i> sp.	5				
<i>Scenedesmus aculeolatus</i> Reinsch.	20		*		*
<i>Sc. acuminatus</i> (Lagerh.)	4				
<i>Sc. breviaculeolatus</i> Chod.	7				
<i>Sc. heimii</i> Bourr.	8	*	*		*
<i>Sc. longispina</i> Chod.	11	*	*		*
<i>Sc. cf. magnus</i> Meyen	16		*	*	*
<i>Sc. ovalternus</i> Chod.	4				
<i>Sc. serratus</i> (Corda) Bohl.	16	*	*	*	*
<i>Scenedesmus</i> spp.	20		*	*	*
<i>Sphaerellopsis</i> spp.	24	*	*		
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chod.	32	*	*	*	*
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansg.	9		*	*	*
<i>T. minimum</i> (A. Br.) Hansg. var. <i>minimum</i>	12		*	*	
<i>T. setigera</i> (Arch.) G. M. Smith	8		*		*
<i>Westella botryoides</i> (W. West) De-Wild.	9				*
<b>Bacillariophyceae</b>					
<i>Achnantes minutissima</i> Kütz.	27	*	*	*	*
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	4	*			
<i>Anomooneis brachysira</i> (Bréb.) Grun.	20	*	*	*	*
<i>A. serians</i> (Bréb.) Cleve	7			*	*
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	7	*	*	*	*
<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grun.) Krammer	26			*	*
<i>A. distans</i> (Ehr.) Simonsen	35	*	*		*
<i>A. granulata</i> (Ehr.) Simonsen	4				
<i>A. lirata</i> (Ehr.) Ross	29	*	*	*	*
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	7	*		*	*
<i>Cyclotella glomerata</i> Bach.	8			*	*
<i>Cymbella gracilis</i> (Ehr.) Kütz.	32	*	*	*	*
<i>C. cf. lata</i> Grun. in Cleve	7				
<i>C. silesiaca</i> Bleisch in Rabenh.	20	*	*	*	
<i>C. subcuspidata</i> Krammer	5	*			*
<i>Cymbella</i> spp.	11	*		*	
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehr.) Kütz.	22	*	*	*	*
<i>Eunotia bidentula</i> W. Smith	17	*		*	*
<i>E. bilunaris</i> (Ehr.) Mills var. <i>bilunaris</i>	37	*	*	*	*
<i>E. exigua</i> (Bréb. ex Kütz.) Rabenh.	36	*	*	*	*
<i>E. monodon</i> Ehr. var. <i>bidens</i> (Gregory) Hust.	8				
<i>E. nymmanniana</i> Grun.	21	*	*	*	*
<i>E. pectinalis</i> (Dillwyn) Rabenh.	34	*	*	*	*



	Frec.	LC	TC	LR	TR
<b>Bacillariophyceae</b> (continuación)					
<i>E. serra</i> Ehr. var. <i>serra</i>	24	*	*	*	
<i>E. veneris</i> (Kütz.) De Toni	17	*	*	*	*
<i>Eunotia</i> sp.	26	*	*		
<i>Fragilaria arcus</i> (Ehr.) Cleve var. <i>arcus</i>	14	*		*	*
<i>F. brevistriata</i> Grun.	6				
<i>F. capucina</i> Desmazières	11				*
<i>F. capucina</i> Desmazières var. <i>rumpens</i> (Kütz.) Lange-Bertalot	12	*	*	*	*
<i>F. construens</i> (Ehr.) Grun. f. <i>binodis</i> (Ehr.) Hust.	8	*	*		
<i>F. pinnata</i> Ehr.	11				
<i>F. virescens</i> Ralfs	19		*	*	*
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) De Toni	22	*	*	*	*
<i>F. rhomboides</i> (Ehr.) De Toni var. <i>crassinervia</i> (Bréb.) Ross	36	*	*	*	*
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	21	*	*	*	*
<i>G. angustatum</i> (Kütz.) Rabenh.	18	*	*		
<i>G. gracile</i> Ehr.	35	*	*	*	*
<i>G. truncatum</i> Ehr.	15	*		*	
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C. A. Agardh	9	*			
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	22	*	*	*	*
<i>N. mediocris</i> Krasske	16	*	*		*
<i>N. pupula</i> Kütz.	11	*		*	*
<i>N. radiosa</i> Kütz.	13	*		*	
<i>N. seminulum</i> Grun.	25	*	*		
<i>N. subtilissima</i> Cleve	19	*	*	*	*
<i>Navicula</i> spp.	14				
<i>Neidium affine</i> (Ehr.) Pfitzer	10	*	*		*
<i>N. iridis</i> (Ehr.) Cleve	25	*	*	*	*
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grun.	8	*	*		
<i>N. gracilis</i> Hantzsch	40	*	*	*	*
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Smith	4			*	*
<i>N. recta</i> Hantzsch in Rabenh.	5			*	
<i>Nitzschia</i> spp.	22	*		*	*
<i>Peronia fibula</i> (Bréb. ex Kütz.) Ross	17	*	*		*
<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.	16	*			*
<i>P. dactylus</i> Ehr.	4			*	
<i>P. gibba</i> Ehr.	37	*	*	*	*
<i>P. interrupta</i> W. Smith	25	*	*		*
<i>P. legumen</i> (Ehr.) Ehr.	6				
<i>P. maior</i> (Kütz.) Rabenh.	11	*	*	*	
<i>P. polyonca</i> (Bréb.) W. Smith	6				
<i>P. subcapitata</i> Gregory	37	*	*	*	*
<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehr.	34	*	*	*	*
<i>Pinnularia</i> spp.	13	*			
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zacharias	14	*		*	*
<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	10	*	*	*	

	Frec.	LC	TC	LR	TR
<b>Bacillariophyceae</b> (continuación)					
<i>St. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehr.	20	*			
<i>Stenopterobia curvula</i> (W. Smith) Krammer	20	*	*	*	*
<i>St. delicatissima</i> (Lewis) Bréb. ex Van Heurck	11	*	*		*
<i>Surirella biseriata</i> Bréb. in Bréb. & Godey	11		*		
<i>S. linearis</i> W. Smith	24	*	*		
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyng.) Kütz.	37	*	*	*	*
<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kütz.	41	*	*	*	*
<b>Cyanophyta</b>					
<i>Aphanocapsa</i> spp.	16		*	*	
<i>Aphanothece clathrata</i> W. & G. S. West	40	*	*	*	*
<i>Aphanothece</i> spp.	11	*	*	*	*
<i>Anabaena</i> sp.1	41	*	*	*	*
<i>Anabaena</i> spp.	28	*	*		*
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.	25	*	*		*
<i>Chr. turgidus</i> (Kütz.) Näg.	19	*	*	*	*
<i>Coelosphaerium</i> sp.	7			*	
<i>Lyngbia</i> spp.	6	*	*		
<i>Merismopedia elegans</i> A. Br. in Kütz.	7		*		*
<i>M. glauca</i> (Ehr.) Kütz.	13	*	*	*	*
<i>M. tenuissima</i> Lemm.	16	*	*	*	*
<i>Microcystis</i> spp.	20		*	*	*
<i>Nostoc</i> sp.	5				
<i>Oscillatoria annae</i> Van Goor	7				
<i>O. lacustris</i> (Kleb.)	32	*	*	*	*
<i>O. proteus</i> Skuja	4				
<i>O. sancta</i> (Kütz.) Gom.	15	*	*		*
<i>Oscillatoria</i> spp.	22		*	*	
<i>Pseudanabaena</i> sp.	38	*	*	*	*
cf. <i>Raphidiopsis</i> sp.	4				
<i>Rhabdoderma lineare</i> Schmidle & Lauterb. in Schmidle	9	*	*	*	
<i>Synechococcus</i> sp.	12	*			
<b>Chrysophyceae</b>					
<i>Bicosoeca alaskana</i> Hilliard	14	*	*	*	*
<i>Bitrichia ochridana</i> (Fott) Bourrelly	24	*	*		*
<i>B. wolhynica</i> Woloszynska	14		*		*
<i>Chromulina</i> spp.	5	*	*	*	*
<i>Chrysamoeba vorax</i> (Geitler) Bourrelly	9	*	*		*
<i>Chrysococcus</i> cf. <i>quadriporus</i> Hortobágyi	10	*	*	*	*
<i>Chrysostephanosphaera globulifera</i> Scherffel	15	*	*	*	
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof	27	*	*	*	*

	Frec.	LC	TC	LR	TR
<b>Chrysophyceae (continuación)</b>					
<i>D. borgei</i> Lemm.	11	*	*	*	*
<i>D. crenulatum</i> W. & G. S. West	14	*	*	*	*
<i>D. divergens</i> Imhof	4				
<i>D. sertularia</i> Ehr.	34		*	*	*
<i>Lagynion</i> spp.	5		*	*	
<i>Mallomonas</i> cf. <i>acaroides</i> Perty	8		*		
<i>M. akrokomos</i> Ruttner	12	*	*		*
<i>Mallomonas</i> spp.	32	*	*	*	*
<i>Monosiga</i> sp.	21	*	*	*	*
<i>Ochromonas margaritata</i> Skuja	4	*			
<i>Ochromonas</i> spp.	34	*	*	*	*
<i>Pseudokephyrion entzii</i> Conrad	23	*	*	*	*
<i>Salpingoeca</i> sp.	15	*	*	*	*
<i>Spiniferomonas abei</i> Takahashi	4	*	*		*
<i>Sp.</i> cf. <i>bourrelyi</i> Takahashi	7	*	*	*	*
<i>Spiniferomonas</i> sp.	6	*	*	*	*
<i>Syncrypta</i> cf. <i>volvox</i> Ehr.	16	*	*	*	*
<i>Synura</i> cf. <i>uvella</i> Ehr.	6	*	*		
<i>Synura</i> spp.	12			*	*
<b>Pyrrhophyta</b>					
<i>Amphidinium mucicolum</i> Conrad	5	*	*	*	*
<i>Amphidinium</i> sp.	6				
<i>Glenodinium inaequale</i> Chod.	5		*		*
<i>Gymnodinium cnecoides</i> Harris	33	*	*	*	*
<i>G. fuscum</i> (Ehr.) Stein	7	*	*	*	*
<i>G. uberrimum</i> (Allman) Kofoid & Swezy	31	*	*	*	*
<i>G.</i> cf. <i>uberrimum</i> (Allman) Kofoid & Swezy	9	*	*	*	*
cf. <i>Gyrodinium</i> sp.	20	*	*	*	*
<i>Hemidinium nasutum</i> Stein	11	*			
<i>Peridinium umbonatum</i> Stein	35	*	*	*	*
<i>P. willei</i> Huitfeld-Kaas	32	*	*	*	*
<i>Peridinium</i> spp.	9	*	*	*	*
<b>Cryptophyta</b>					
<i>Chroomonas nordstedtii</i> Hansg.	15			*	
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehr.	35	*	*	*	*
<i>C. marssonii</i> Skuja	33	*	*	*	*
<i>C.</i> cf. <i>ovata</i> Ehr.	29	*	*	*	*
<i>Katablepharis ovalis</i> Skuja	22	*		*	*

	Frec.	LC	TC	LR	TR
<b>Euglenophyta</b>					
<i>Astasia hypolimnica</i> Skuja	15		*	*	*
<i>Entosiphon polyaulax</i> Skuja	14	*	*		*
<i>Entosiphon</i> sp.	4		*		
<i>Euglena</i> spp.	22		*	*	
<i>Petalomonas pusilla</i> Skuja	4				
<i>Phacus pseudonordstedtii</i> Pochm.	8		*		
<i>Phacus</i> spp.	8				*
<i>Rhabdomonas incurva</i> Fresenius	9			*	*
<i>Trachelomonas curta</i> Da Cunha em. Defl.	8	*	*	*	*
<i>Tr. eurystoma</i> Stein sec. Playf.	5				
<i>Tr. hispida</i> (Perty) Stein em. Defl.	18	*	*	*	*
<i>Tr. pulcherrima</i> Playf. var. <i>minor</i> Playf.	6				
<i>Tr. volvocina</i> Ehr.	16	*	*	*	
<i>Trachelomonas</i> spp.	6				
<b>Xanthophyceae</b>					
<i>Isthmochloron trispinatum</i> (W. & G. S. West) Skuja	11	*	*	*	*
<i>Nephrodiella lunaris</i> Pasch.	26	*	*	*	*
<i>Ophiocytium cochleare</i> (Eichwald) A. Br.	21	*	*		
<b>Raphidophyta</b>					
<i>Gonyostomum semen</i> (Ehr.) Diesing	6	*	*	*	