

anuario
1993

INSTITUTO
DE ESTUDIOS
ZAMORANOS
FLORIAN
DE OCA MPO





ANUARIO 1993

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



**anuario
1993**

**INSTITUTO
DE ESTUDIOS
ZAMORANOS
FLORIAN
DE OCA MPO**



CONSEJO DE REDACCIÓN

Miguel Ángel Rodríguez, Enrique Fernández-Prieto, Miguel de Unamuno, Juan Carlos Alba López, Juan Ignacio Gutiérrez Nieto, Luciano García Lorenzo, Jorge Juan Fernández, José Luis González Vallvé, Eusebio González, Amando de Miguel, Concha San Francisco, Francisco Rodríguez Pascual, Antonio Pedrero Yéboles.

Secretario Redacción: Juan Carlos Alba López.

Diseño Portada: Ángel Luis Esteban Ramírez.

© INSTITUTO DE ESTUDIOS ZAMORANOS
“FLORIÁN DE OCAMPO”
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.)
DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ZAMORA.

ISSN.: 0213-82-12

Depósito Legal: ZA - 297 - 1988

Imprime: HERALDO DE ZAMORA. Santa Clara, 25 - 49014 ZAMORA
artes gráficas

ÍNDICE



ARTÍCULOS

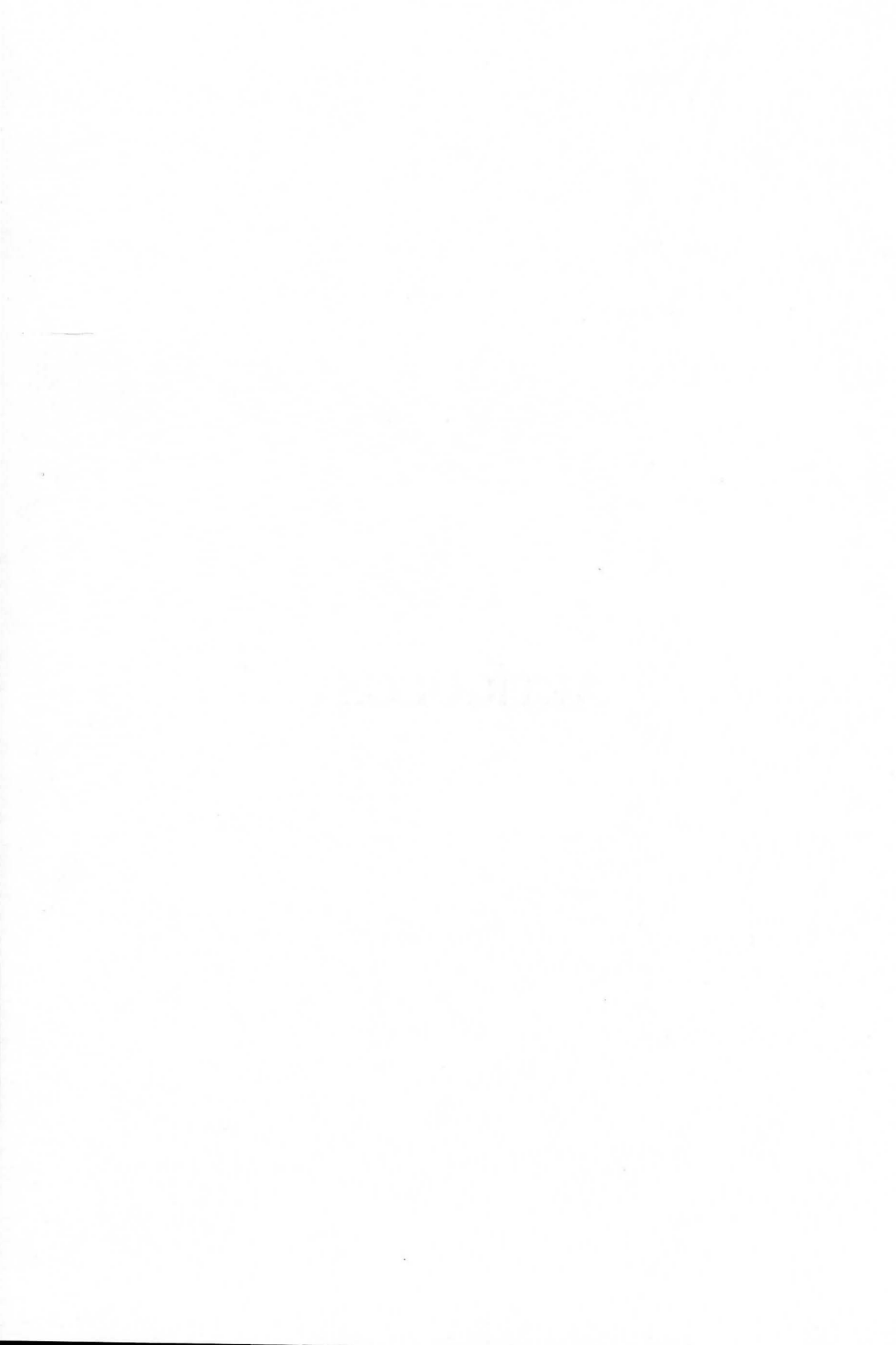
ARQUEOLOGÍA	15
Jesús Carlos Misiego Tejeda, Francisco Javier Pérez Rodríguez, Francisco Javier Sanz García, Gregorio José Marcos Contreras, Miguel A. Martín Carbajo: <i>La torre de la iglesia de San Nicolás de Bari (Villalpando, Zamora) y su excavación arqueológica</i>	17
Francisco Javier Sanz García, Gregorio José Marcos Contreras, Miguel Angel Martín Carbajo, Jesús Carlos Misiego Tejeda, Francisco Javier Pérez Rodríguez: «Santa María del Río», <i>Castroverde de Campos, Zamora. Actuación arqueológica integrada en el proyecto de restauración del edificio</i>	29
Miguel Angel Martín Carbajo, Jesús Carlos Misiego Tejeda, Francisco Javier Pérez Rodríguez, Francisco Javier Sanz García, Gregorio José Marcos Contreras: «San Juan-El valle», <i>un enclave tardorromano y plenomedieval en Colinas de Trasmonte (Zamora)</i>	37
Francisco Javier Pérez Rodríguez, Francisco Javier Sanz García, Gregorio José Marcos Contreras, Miguel Angel Martín Carbajo, Jesús Carlos Misiego Tejeda: <i>Algunos aspectos de la Edad del Cobre en el Valle medio del río Tera</i>	49
Jesús F. Jordá Pardo: <i>Avance al estudio de la evolución ambiental de las Lagunas de Villafáfila (Zamora) durante la prehistoria reciente y épocas históricas. El yacimiento de Santioste (Otero de Sariegos)</i>	79
Intervenciones arqueológicas en la provincia de Zamora. 1993	123
Luis Iglesias del Castillo, Ana M. Martín Arija, Purificación Rubio Carrasco, Ana I. Viñé Escartín, Mónica Salvador Velasco: <i>Dos excavaciones urbanas en Zamora: Cl. Zapatería, 8-12 y Plaza Maestro Haedo</i>	125
Ana I. Viñé Escartín, Purificación Rubio Carrasco, Ana M. Martín Arija, Mónica Salvador Velasco, Luis Iglesias del Castillo: <i>Excavación previa a la restauración de la antigua cárcel de Alcañices</i>	143
Luis Iglesias del Castillo, Ana M. Martín Arija, Mónica Salvador Velasco, Purificación Rubio Carrasco, Ana I. Viñé Escartín: <i>Seguimiento arqueológico en la iglesia del Santo Sepulcro de Toro</i>	151
Mónica Salvador Velasco, Ana M. Martín Arija, Ana I. Viñé Escartín, Purificación Rubio Carrasco, Luis Iglesias del Castillo: <i>El Palacio del Cordón de Zamora, excavación en un edificio civil de los siglos XV-XVI</i>	165
Mónica Salvador Velasco, Ana M. Martín Arija, Luis Iglesias del Castillo, Ana I. Viñé Escartín, Purificación Rubio Carrasco: «El Chafaril». <i>Excavación de urgencia de un yacimiento prehistórico en Toro</i>	179

Mónica Salvador Velasco, Purificación Rubio Carrasco, Ana I. Viñé, Ana M. Martín Arija, Luis Iglesias del Castillo: <i>La necrópolis medie- val de «El Alba II», Villalazán</i>	191
Alonso Domínguez Bolaños, Archeos, S. L.: <i>Avance de las excavacio- nes arqueológicas en el Castro de San Esteban, Muelas del Pan</i>	201
Fernando Miguel Hernández: <i>Informe preliminar de la excavación ar- queológica del Convento de San Francisco (Zamora)</i>	211
ARTE	227
Olga Pérez Monzón: <i>El Convento de las Comendadoras de Zamora: el proyecto artístico del prior sanjuanista Diego de Toledo</i>	229
Ana Castro Santamaría: <i>El Monasterio de San Jerónimo de Zamora en el siglo XVI</i>	247
BIOLOGÍA	271
Caridad de Hoyos Alonso: <i>Fitoplancton del Lago de Sanabria</i>	273
ECOLOGÍA	305
José Ignacio Regueras Grande: <i>Evolución de la profundidad de las Lagunas de Villafáfila</i>	307
ECONOMÍA	323
M ^a de los Angeles Martín Ferrero: <i>Aprovechamiento ganadero en Badilla</i>	325
ETNOGRAFÍA	355
Pedro Vega: <i>La cultura popular en Sanabria. Una aportación funda- mental al estudio etnográfico-lingüista</i>	357
GEOLOGÍA	369
M. E. Durán Barrachina: <i>Caracterización de los feldespatos de las peg- matitas del suroeste de la provincia de Zamora</i>	371
HISTORIA	397
Luciano Pérez Vilatela: <i>Espacio vacceo con numerales</i>	399
Adelaida Sagarra Gamazo: <i>El protagonismo de la familia Fonseca, oriunda de Portugal y asentada en Toro, en la política castellana has- ta el Descubrimiento de América</i>	421
Eufemio Lorenzo Sanz: <i>Los zamoranos en la colonización de Amé- rica</i>	459

Enrique Fernández-Prieto: <i>El Hospital de Sotelo y el régimen establecido para el mismo en el testamento del fundador en 1530</i>	487
Joaquín-Miguel Alonso González: <i>Las antiguas ordenanzas de concejo de un pueblo desaparecido: Anta de Tera</i>	509
Miguel Ángel de Diego Núñez: <i>Apuntes sobre la pervivencia del reino de León en la España de los siglos XIX y XX</i>	529
Juan Andrés Blanco Rodríguez y Coralía Alonso Valdés: <i>Zamoranos y castellano-leoneses en el «ejército libertador» cubano (1895-1898)...</i>	547
PALEONTOLOGÍA	587
Emiliano Jiménez Fuentes, Santiago Gil Tudanca y Francisco Javier Ortega: <i>Excavaciones paleontológicas en Zamora: La cuesta del Viso</i>	589
F. Ortega, A. D. Buscalioni y E. Jiménez Fuentes: <i>El cocodrilo de El Viso (Eoceno, Zamora): Consideraciones acerca de los «zifodontos» (metasuchia, ?sebecosuchia) del Eoceno de la cuenca del Duero ...</i>	601
URBANISMO	615
Fernando García Malmierca: <i>Urbanismo de la ciudad de Toro</i>	617
VARIA	649
Ramón Cermeño Mesonero: <i>El mundo religioso de La Celestina</i>	651
Inés Gutiérrez Carbajal: <i>De la biotipología del cuerpo estéticamente bello al retrato de una joven Dama de Durero (1505)</i>	667
PREMIO INVESTIGACIÓN JOVEN	
<i>Estudio geológico y biológico de Valorio</i>	685
MEMORIA Y ACTIVIDADES	
Memoria Año 1993	717
IN MEMORIAM	
Miguel de Unamuno Pérez: <i>Presencia de Antonio Redoli</i>	725

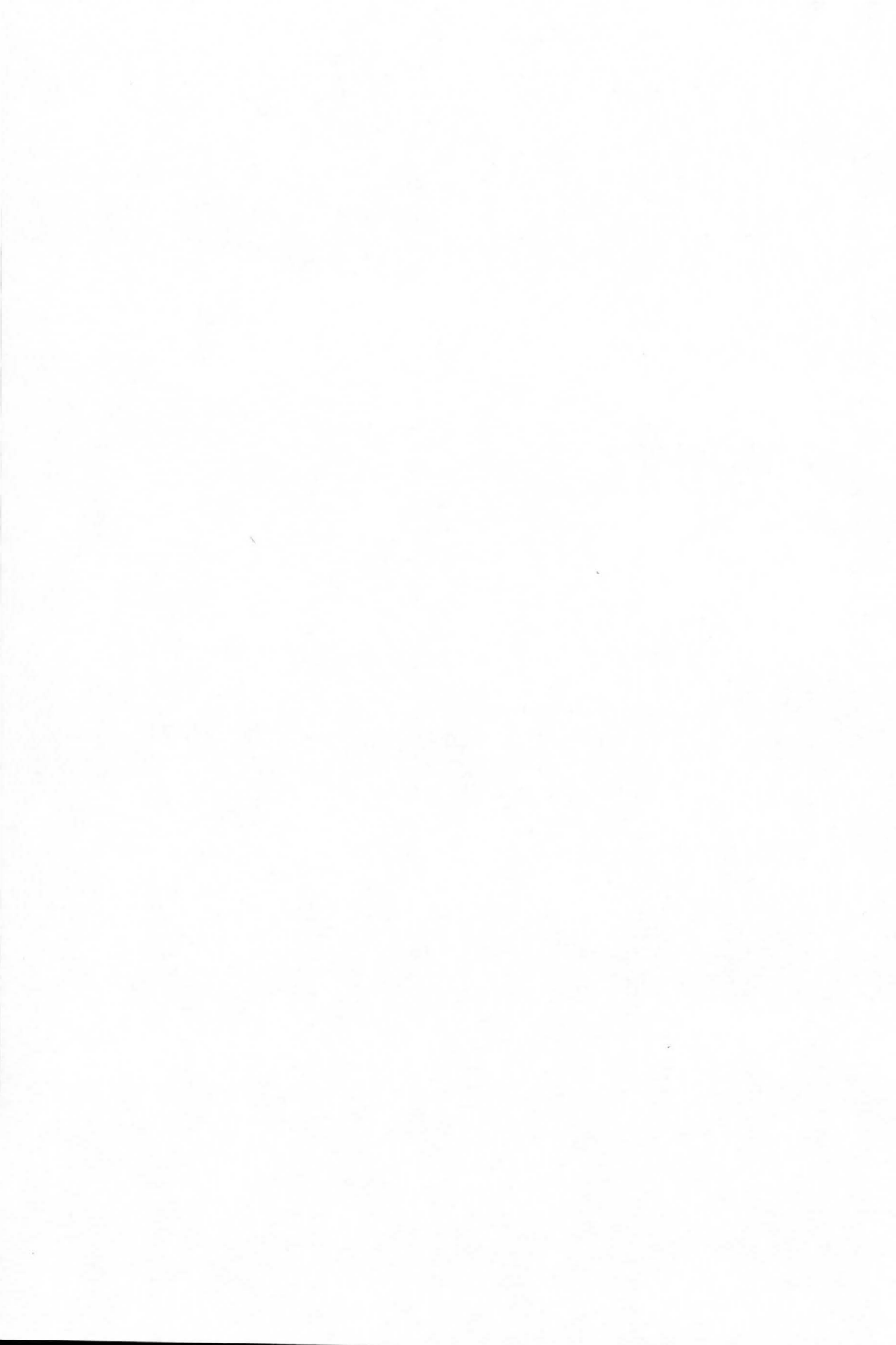


ARTÍCULOS



BIOLOGÍA





FITOPLANCTON DEL LAGO DE SANABRIA

CARIDAD DE HOYOS ALONSO

1. INTRODUCCIÓN

En el estudio de un lago profundo el fitoplancton constituye uno de los aspectos más interesantes: La composición y densidad de fitoplancton va a depender de las características físicas y de los nutrientes que contenga el agua. Por otra parte, va a determinar el tipo y densidad de zooplancton y del resto de animales que existen en el ecosistema.

El fitoplancton de un lago está constituido por algas microscópicas que flotan en el agua y forman parte del nivel productor. Otro componente de este nivel es la vegetación macrofítica la cual, en lagos profundos, como es el caso del lago de Sanabria, se encuentra unicamente en las zonas litorales al ser la luz un factor limitante para que pueda desarrollarse en todo el fondo.

El nivel productor está constituido por todos los organismos que utilizan directamente la energía solar y la transforman en energía química mediante la fotosíntesis. El resto de la biocenosis, los organismos consumidores y los saprófitos, utilizan la energía formada por los organismos productores. Es, por tanto, el fitoplancton el que va a determinar, en gran manera, la biomasa de zooplancton y peces de un lago y también la cantidad de materia orgánica a descomponer por los saprófitos (muy relacionada, especialmente en lagos profundos, con la concentración de oxígeno del agua). Aunque, en este último aspecto, habría que tener en consideración también los aportes externos del ecosistema.

El fitoplancton experimenta cambios estacionales que se deben a factores físicos (luz, temperatura, turbulencia), factores químicos (nutrientes) y factores biológicos (competencia con otras especies, predación del zooplancton) (Hutchinson, 1967). El fitoplancton, a lo largo del año, va adaptándose a las condiciones del medio, es decir, al paso de un agua turbulenta rica en nutrientes durante las épocas frías, a un agua estratificada con el epilimnion escaso en nutrientes, en la época estival.

Son tan importantes los cambios del fitoplancton y tan breve la vida individual de las algas que los cambios anuales pueden tener caracter de sucesión. Fenómenos que en las comunidades terrestres se siguen sobre períodos de un siglo, son equivalentes a cambios que pueden ocurrir en el plancton en una o dos semanas (Margalef, 1983). Es, por esto, interesante un estudio multianual del fitoplancton de un lago que podría detectar la sucesión del mismo según un eje de oligotrofia-eutrofia.

En el lago de Sanabria, hemos estudiado el fitoplancton en dos aspectos: El aspecto cuantitativo, que se ha expresado en concentración de clorofila y en n.º de células por ml., y el aspecto cualitativo en el que hemos hecho un estudio de la distribución de las algas en los grupos taxonómicos más importantes, determinándose las especies presentes. Se señala cuales de estas especies se consideran indicadores biológicos, relacionándola, en algunos casos, con factores físico-químicos y se describe su distribución a lo largo del tiempo de estudio.

Existen datos y comentarios sobre el fitoplancton del lago de Sanabria en algunos trabajos referentes a los lagos del noroeste de España (Bachman, 1913; Margalef, 1955) y en un estudio realizado sobre los embalses españoles en el que se incluyó el lago de Sanabria (Margalef, 1975). En 1986 se empezó a estudiar este lago de manera más intensa, por iniciativa de la Dirección del Parque Natural del Lago de Sanabria. A estos estudios siguieron otros que han dado como resultado varias publicaciones (El lago de Sanabria. Estudio limnológico. En prensa, The Sanabria lake. The largest Natural Lake in Spain. En prensa) entre las que se encuentra el presente trabajo, que incluye los primeros resultados de un estudio que se presentará como tesis doctoral.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de fitoplancton, en las que se basa este estudio, fueron recogidas desde junio de 1987 hasta finales de 1988.

Se tomaron muestras de 100 ml. de agua, mensualmente, a diferentes profundidades (0, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 35 y 45 m.) y en un punto de muestreo que coincide con la profundidad máxima del lago.

Las muestras, tras su fijación con lugol, se sedimentaron en cubetas de fondo desmontable durante dos días para su posterior observación al microscopio invertido. En cada muestra, utilizando gran aumento (objetivo de 40x y ocular de 15x), se han observado varias secciones de la cámara, y con un aumento menor (objetivo de 10x y ocular de 15x) se ha realizado un recorrido general por toda la cámara para la observación de especies de mayor tamaño o poco abundantes.

Esta metodología permite realizar recuentos de fitoplancton y relacionarlos con el volumen de agua.

Paralelamente, en cada una de las profundidades, se recogió agua para la determinación de la clorofila. Esta fue filtrada con filtros Whatman GF/C de 4,7 cms. de diámetro, utilizando para los cálculos las fórmulas de SCOR (1964). También se analizaron diversos parámetros físico-químicos (nitratos, ortofosfatos, silicio, pH, temperatura, etc.). La metodología empleada para su determinación es la seguida por Margalef *et al*, 1976 y Standard Methods, 1985.

3. DENSIDAD TOTAL DE FITOPLANCTON

La concentración de las poblaciones de fitoplancton varía mucho de una aguas a otras. Aumenta con la eutrofización, siendo, en líneas generales, aceptados los siguientes límites (Margalef, 1983):

lagos oligotróficos	10 -10 ² células/ml.
lagos eutróficos	10 ² -10 ⁴ células/ml.
aguas muy eutróficas	10 ⁴ -10 ⁶ células/ml.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que la biomasa no es proporcional al número de células, ya que depende del tamaño de éstas. Es práctico multiplicar las densidades de las distintas especies por un valor aproximado del volumen medio de las células para expresar el fitoplancton como volumen. (Margalef, 1983).

Nosotros hemos expresado los resultados de concentración del fitoplancton en número de células/ml. y los datos obtenidos nos muestran valores comprendidos entre 276 cel/ml. en diciembre de 1987 y 5.563 células/ml. en agosto de ese mismo año. Como se puede ver en la figura 1, los valores más altos de densidad de fitoplancton se observan durante el verano. Son valores superiores a los que cabría esperar en un lago oligotrófico y se deben a las colonias de cianofíceas que son muy numerosas en esta época, aunque de pequeño tamaño celular (3 μ de diámetro).

La proporción de especies nanoplactónicas (menos de 20 μ de diámetro) disminuye con la eutrofización y el aumento de temperatura (Pavoni, 1963 y Welch et al, 1975). Una característica de este lago es la abundancia de especies de pequeño tamaño que forman parte del nanoplancton.

4. COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE FITOPLANCTON

Cianofíceas

Las cianofíceas forman un grupo de algas muy antiguo. Sus células son procariontas. Esta característica la diferencia del resto de las algas.

Se desarrollan especialmente en situaciones marginales, cuando las condiciones ambientales se desvian de las habituales. Al volver el agua a una situación más normal quedan eliminadas por la competencia con otros organismos (Margalef, 1983).

Algunas cianofíceas tienen capacidad de fijar nitrógeno molecular. Cuando, en el agua, la relación nitrógeno/fósforo se desvía a favor del fósforo se desarrollan cianofíceas fijadoras de nitrógeno que introducen nitrógeno combinado en el

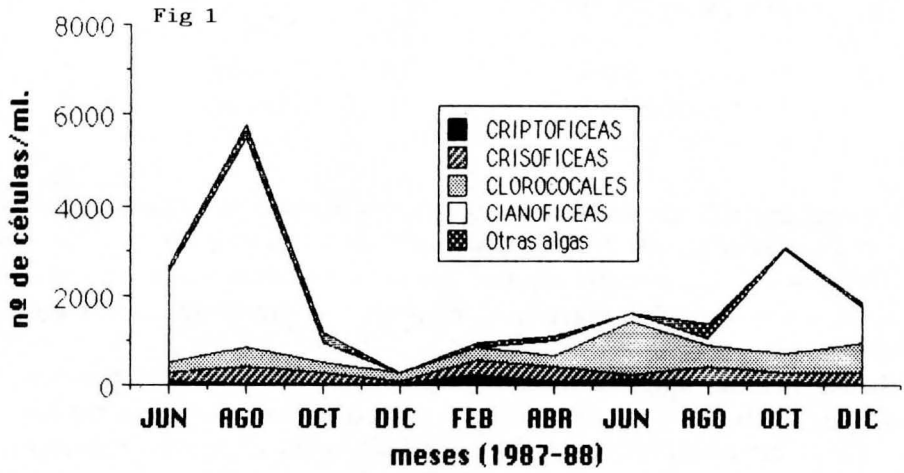


Fig. 1. Evolución de la densidad total de fitoplancton.



Fig. 2. Representación de cada uno de los grupos de algas en el total de fitoplancton (jun. 87 - jun. 88).

sistema. Por esta razón, los sistemas de depuración de aguas que eliminan los compuestos de nitrógeno, pero no los de fósforo, pueden ser muy dañinos al ecosistema al estimular el desarrollo de cianofíceas.

Son bien conocidos los problemas que pueden dar estas algas al ser productoras de toxinas peligrosas, en algunos casos, para el hombre. En general, son más tóxicas las fijadoras de nitrógeno.

La bibliografía señala que las cianofíceas tienen preferencia por los medios alcalinos y que las explosiones de estas algas se producen en lagos de zonas calidas y templadas durante el verano, es un síntoma de eutrofía. Es paradójico que estas explosiones se produzcan normalmente con concentraciones bajas de nitrógeno y de fósforo (Hutchinson, 1967).

En el lago de Sanabria, a pesar de las características ácidas y relativamente oligotróficas de sus aguas, se encuentran las cianofíceas muy desarrolladas.

Existen dos especies especialmente abundantes: *Microcystis* sp. (figuras n.º 27 y 28) y *Merismopedia glauca* (figuras n.º 20 y 28). Estas especies no suelen originar proliferaciones tan grandes como otras cianofíceas.

En el estudio de los embalses españoles (Margalef y otros, 1976), en el que fue incluido el lago de Sanabria, se cita como especies de cianofíceas presentes en este lago, además de *Merismopedia glauca*, *Aphanocapsa elachista* y *Oscillatoria* sp., ambas detectadas durante la primavera de 1974.

DISTRIBUCIÓN

Las dos especies de cianofíceas citadas se pueden observar en aguas calientes y estratificadas, desapareciendo por completo durante los meses más fríos (figuras 3 y 4).

Este hecho parece coincidir con lo dicho anteriormente sobre el carácter oportunista de estas algas. Aparecen cuando la concentración de nutrientes va disminuyendo, teniendo, así, ventajas en la competencia con otras algas.

En la figura n.º 5 se puede observar que los meses en los que los valores del cociente N/P son más bajos, en los cuales el nitrógeno es limitante, son los meses en los que se produce desarrollo de cianofíceas. Las cianofíceas del lago son especies que carecen de heterocistes (células fijados de nitrógeno), pero numerosos trabajos en los últimos años han demostrado que, en ciertas condiciones, las cianofíceas sin heterocistes también son capaces de fijar nitrógeno (Carpenter & Price, 1976). Sería interesante, mediante bioensayos, comprobar si hay, en este lago, una relación clara entre la limitación por nitrógeno y el desarrollo de cianofíceas. E.E. Prepas y A.M. Trimbee, 1988, mediante bioensayos llegaron a la conclusión de que gran cantidad de cianofíceas y bajos niveles de nitrógeno no son indicativos "per se" de limitación de nitrógeno en los lagos. Si realmente estas

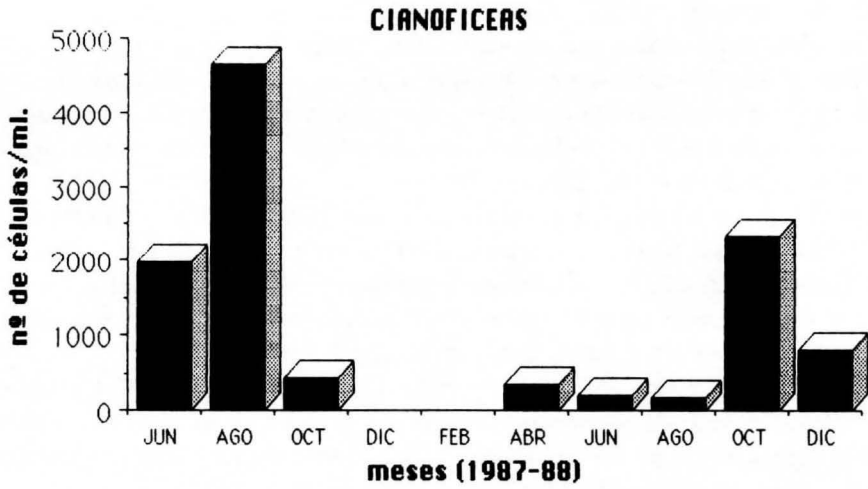


Fig. 3. Distribución de Cianofíceas en el tiempo. Expresado en n.º de células/ml.

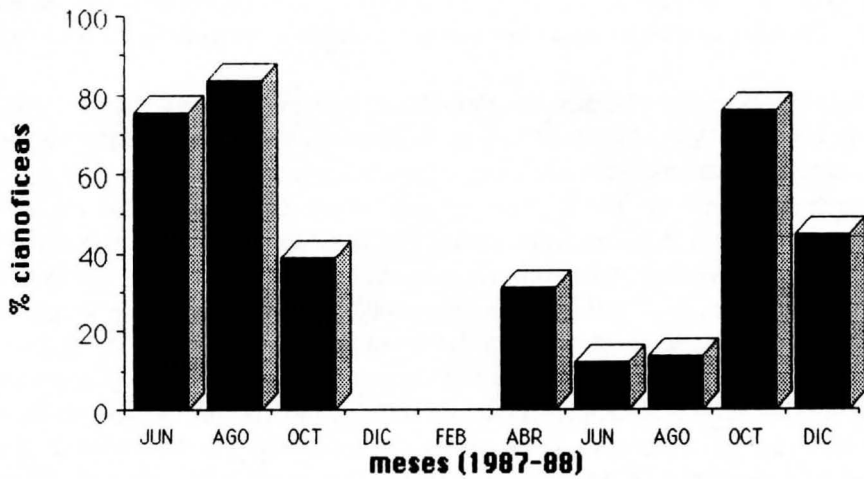


Fig. 4. Distribución en el tiempo de las Cianofíceas. Se expresa como % de Cianofíceas en el total de algas.

especies fijan nitrógeno, podría ser, ésta, una importante entrada de es elemento en las aguas del lago.

Durante el verano, el pH del agua aumenta ligeramente como consecuencia de la actividad fotosintética de las algas, es posible que también este hecho favorezca el desarrollo de cianofíceas.

También se ha explicado la abundancia de cianofíceas al final del verano por la predación selectiva del zooplancton (Margalef, 1983).

En nuestro lago, *Microcystis* sp. empieza a desarrollarse en la primavera llegando a formar, en algunos meses de verano, hasta el 80% del número total de células. *Merismopedia glauca* es de desarrollo más tardío, alcanzando sus máximos en otoño y, en 1988, incluso en diciembre.

Durante 1987 el desarrollo de cianofíceas es más amplio que en 1988. Su representación en el total de algas es muy importante en el verano de 1987 (83,5%). En 1988 el porcentaje es más bajo durante la primera etapa de la estratificación (junio, 12,27%, agosto, 13,79%), siendo sustituidas en esta época por clorocales. En este año es octubre el mes con mayor número de cianofíceas (un 75,9% del total de algas). El hecho del retraso en el desarrollo masivo de cianofíceas durante 1988 puede deberse a las lluvias abundantes que tuvieron lugar durante julio y parte de agosto de ese año. J. Ringelberg and R. B. Board, 1988, observaron en el lago Maarsseveen que el crecimiento logarítmico de cianofíceas se paralizaba después de unos días de tormentas y fuertes vientos.

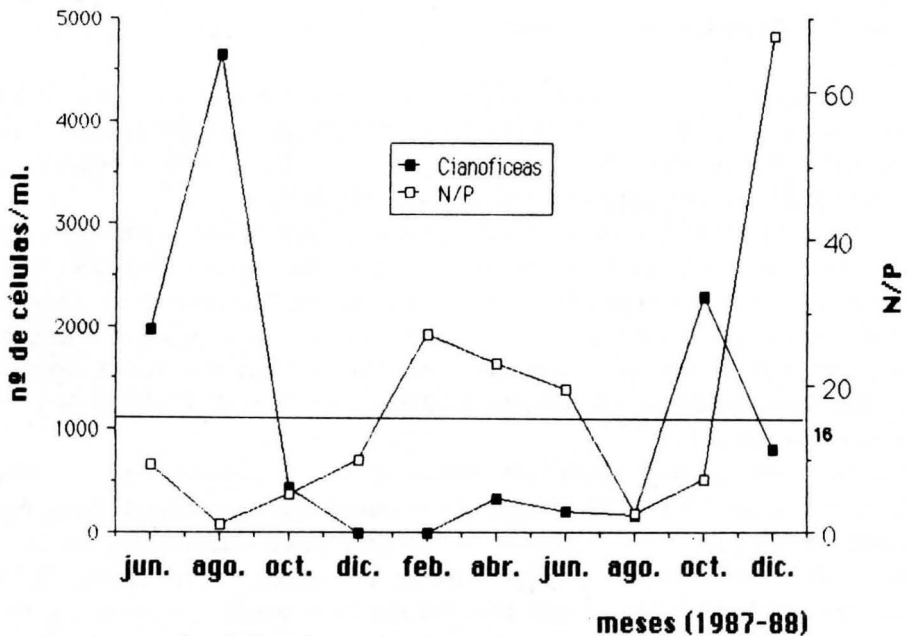


Fig. 5. Relación entre el n.º de Cianofíceas y el cociente N/P.

Cloroficeas

Es un grupo de algas muy diversificado: formas unicelulares, pluricelulares, flageladas o sin flagelos.

Las cloroficeas son muy abundantes en la estratificación estival, especialmente en aguas eutróficas con una relación nitrógeno/fósforo muy alta.

Es frecuente observar en una misma comunidad varios géneros y especies de este grupo.

Dentro de las cloroficeas encontramos en el lago de Sanabria muchos representantes de las clorocales, es un orden que incluye células solitarias o que viven agrupadas. De una célula, después de dividirse n veces, se forman células que quedan libres de rotura de la membrana materna. El número medio de células de cada cenobio varía según las poblaciones y las épocas del año.

Una subclase dentro de las cloroficeas la constituyen las algas conjugadas, una de cuyas familias, las desmidiaceas, será estudiada a parte por su interés y representación en este lago.

Este grupo de algas, en el lago de Sanabria, sigue en importancia a las cianofíceas en cuanto a la representación en el n.º de células del fitoplacton, presentando un máximo en junio de 1988 (70% del total) (figuras 6 y 7).

DISTRIBUCIÓN

Se distinguen dos tipos de comunidades en las clorocales del lago (figuras 8 y 9).

Una comunidad es típica de las aguas mezcladas, más frías y con mayor concentración de nitrógeno, formada principalmente por especies del género *Monoraphidium*: *M. contortum*, *M. Komarkovae*, *M. skujae*. Estas especies aparecen en la bibliografía en lagos limpios o ligeramente eutróficos.

La otra comunidad aparece en aguas calientes y estratificadas, con concentraciones de nitrógeno bajas. Está formada por algas coloniales con envuelta mucilaginosa: *Botryococcus braunii*, *Dictyosphaerium sp.*, *Quadricoccus alevis.*, *Sphaerocystis schroeteri*, *Oocystis lacustris*, y otras colonias sin mucilago: *Crucigenia tetrapedia*, *Scenedesmus sp.*, *Pediastrum tetras*. Encontramos también en esta época *Elakatotrix gelatinosa*, *Quadrigula sp.*, algunas especies de *Kichneriella* y *Ankistrodemus falcatus*.

La mayoría de estas especies (*Botryococcus braunii*, *Sphaerocystis schroeteri*, *Oocystis lacustris*, *Elakatotrix gelatinosa*) son especies de aguas oligotróficas, pero *Crucigenia tetrapedia* es un alga citada normalmente en relación con ambientes más productivos. La gran explosión, durante la primavera y verano de 1988 de este alga, nos hace pensar en una dirección del lago hacia la eutrofización. Pero al ser las concentraciones de nitratos más bajas en este año que en el anterior, la

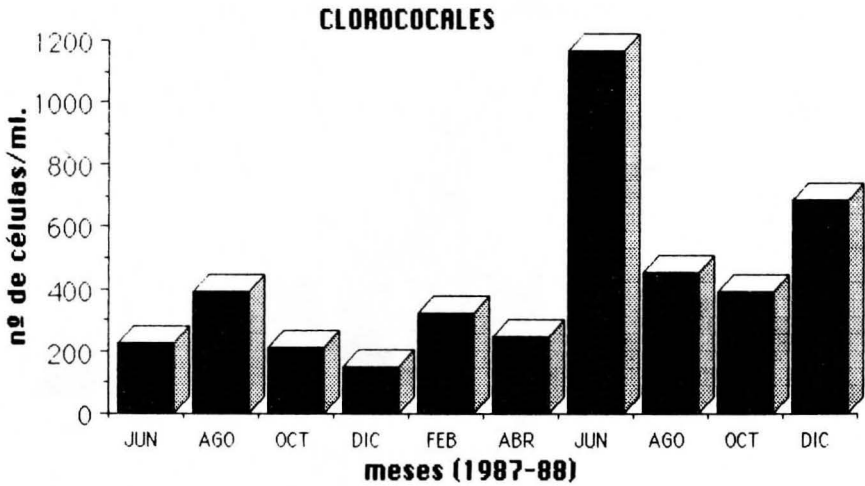


Fig. 6. Distribución de Clorococcales en el tiempo. Expresado en n.º de células/ml.

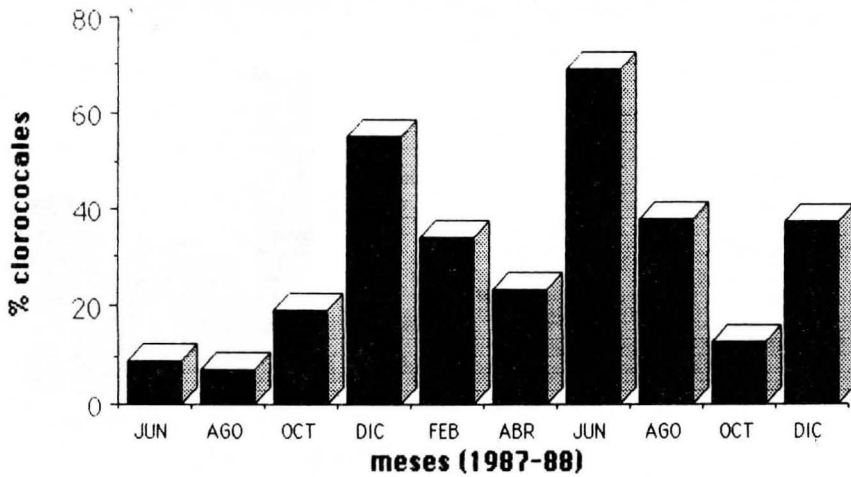


Fig. 7. Distribución en el tiempo de las Clorococcales. Se expresa como % de Clorococcales en el total de algas.

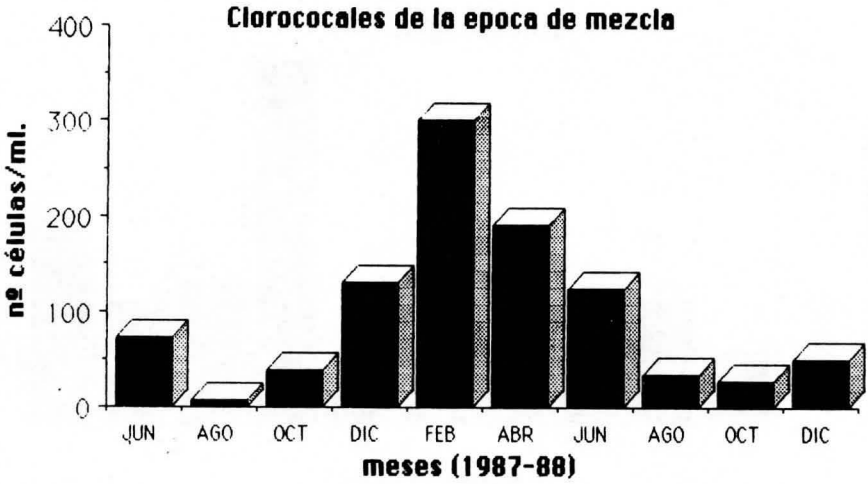


Fig. 8. Distribución de las especies de *Clorococales* señaladas en el texto como típicas de aguas frías.

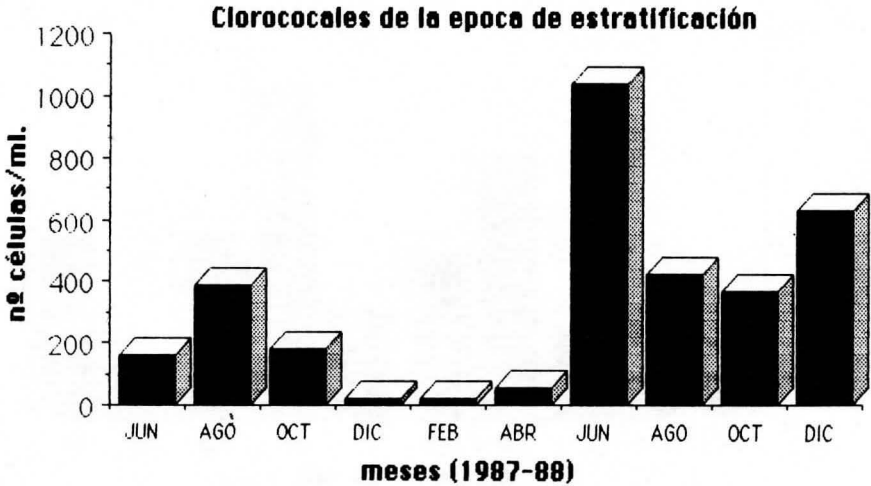


Fig. 9. Distribución de las *Clorococales* señaladas en el texto como típicas de aguas cálidas y estratificadas.

explicación de este hecho podría estar relacionada con el mayor cociente N/P observado en 1988.

Algunas de las especies mencionadas (*Sphaerocystis schoeteri*, *Elekatotrix gelatinosa*, *Quadrígula*, *Dictyosphaerium*) fueron citadas en este lago en 1976 en el estudio de los embalses españoles (Margalef y col, 1976), otras, en algunos casos muy abundantes actualmente, no se citaron entonces, ej. *Crucigenia tetrapedia*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Oocystis lacustris*, *Pediastrum tetrax*, *Scenedesmus* sp.

En las figuras n.º 20, 23, 24, 25, 27 y 28 se pueden observar algunas de las especies de clorococales presentes en el lago.

Desmidiaceas

Forman una familia dentro de las Conjugadas (subclase de las cloroficeas). Presentan una membrana celulósica complicada que les proporciona mucha viscosidad y mucha variedad de formas.

Son más abundantes y diversificadas en las aguas de bajo contenido mineral. Abundan mucho en ambientes poco profundos, entre algas y musgos, principalmente en aguas ácidas y turbosas, siendo numerosas en la montaña silicea (Margalef, 1983).

Ya en 1909 West and West demostraron la asociación de riqueza en desmidiaceas y zonas con antiguas rocas igneas.

Las desmidiaceas son excelentes indicadores biológicos de los medios acuáticos. Cuando hay desmidiaceas, no suele haber cianoficeas y hay *Sphaerocystis* (Hutchinson, 1967).

Margalef, 1983, señala en una tabla, realizada basándose en datos de distintos tipos de lagos europeos y norteamericanos, que una de las características de los lagos oligotróficos de aguas poco mineralizadas es la presencia de muchas especies de desmidiaceas.

El número de desmidiaceas del lago de Sanabria, comparado con el número total de algas, o incluso con el número total de cloroficeas, es insignificante (1% del n.º total de células) (figura 11), pero el número de especies es muy abundante.

La única especie representante de las desmidiaceas en el lago de Bañolas (el otro gran lago de la península), con aguas muy alcalinas, es *Cosmarium laeve* (Planas, 1973). En el lago de Sanabria, cuyas aguas tienen un pH ligeramente ácido, existen más de una docena de especies.

Es frecuente la coexistencia de muchas especies de desmidiaceas del mismo género en el plancton, generalmente se trata de *Staurastrum*. En el lago se han visto 6 especies de *Staurastrum* y 3 de *Stauroidesmus*. El género *Cosmarium* está únicamente representado por una especie. También se ha detectado, en muestras de red y poco abundante, *Xanthidium*, género de gran belleza, típico de aguas

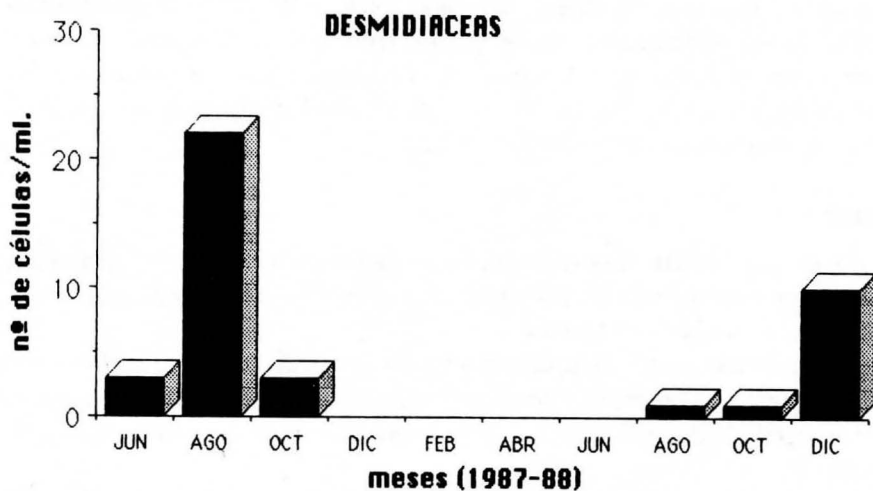


Fig. 10. Distribución de las Desmidiaceas en el tiempo. Expresado en n.º de células/ml.

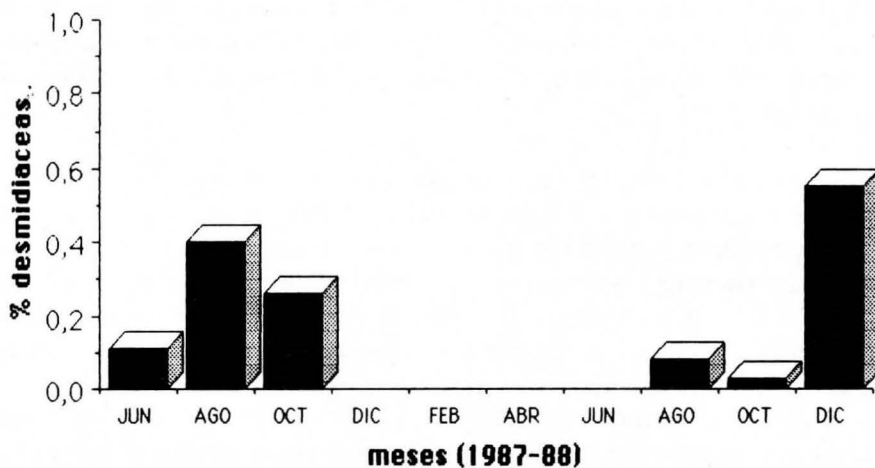


Fig. 11. Distribución de las Desmidiaceas en el tiempo. Expresado como % de Desmidiaceas en el total de algas.

turbosas (Margalef, 1983). Otros autores lo relacionan con el plancton litoral de los lagos. La presencia en el lago de este género, probablemente, se debe a la comunicación de éste con las turberas localizadas en la sierra. (figuras 20, 21, 24, 24, 26, 27 y 28).

DISTRIBUCIÓN

Las desmidiaceas están presentes durante todo el año, pero es en el verano cuando son más abundantes (figuras 10 y 11).

Los dos máximos (agosto de 1987 y diciembre de 1988) se deben al género *Cosmarium*, más abundante en número, aunque de menor tamaño, que el resto de desmidiaceas.

Crisoficeas

Dentro de este grupo hay gran cantidad de tipos biológicos, predominando las formas flagelíferas.

En su mayor parte viven en aguas puras, oligotróficas, y el desarrollo de algunas especies parece asociado a concentraciones de nutrientes bajas. Abundan, sobre todo, en las aguas más ácidas.

En el lago de Sanabria, las crisoficeas están bien representadas, forman una parte considerable del número total de individuos del fitoplancton (del 7% al 32% según los meses) (figura 13).

Existen varias especies de crisoficeas en este lago: Hay dos especies de *Mallomonas* (*M. akrokomos* y *M. tonsurata*) que, tal y como indica la bibliografía, aparecen durante los meses más fríos (invierno y primavera), siendo su densidad bastante baja (1-50 células/ml.). El género *Dinobryon*, también representado con dos especies (*D. divergens* y *D. crenulatum*), es muy poco abundante (0-5 células/ml.), aparece, en 1987, al final de la estratificación al estar adaptado a condiciones de bajas concentraciones de nutrientes. Ya Rhode, 1948, relacionaba a este género con bajas concentraciones de fósforo. En 1988 no sigue la misma pauta que el año anterior observándolo especialmente, aunque como siempre escaso, en junio. Otras especies de crisoficeas, a destacar por su mayor abundancia, son varias especies de *Chromulinas* y de *Ochromonas*. En la figura n.º 22 y n.º 23 se muestran algunas de estas especies de crisoficeas.

En los embalses españoles (Margalef y col., 1976), *Ochromonas* sp. aparece en embalses oligotróficos y poco mineralizados, *Mallomonas* sp. en embalses poco mineralizados y más o menos productivos y *Dinobryon* en todo tipo de embalses.

DISTRIBUCIÓN

El porcentaje de crisoficeas en el total de algas es mayor en las épocas frías

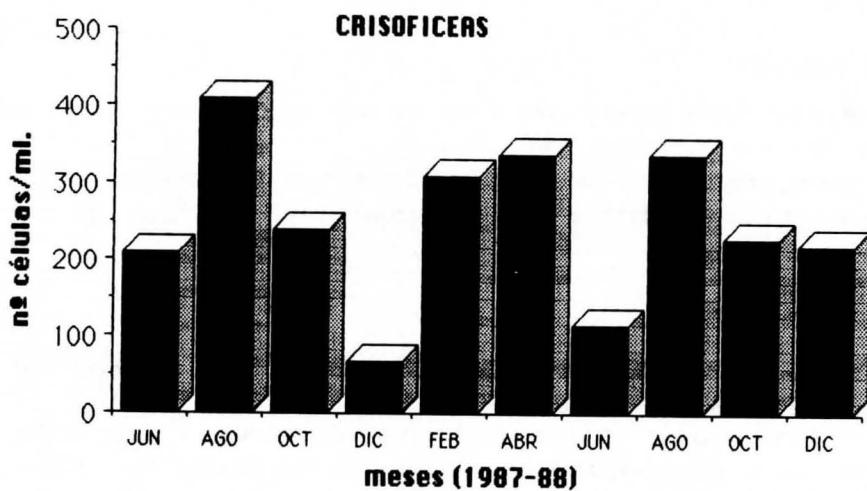


Fig. 12. Distribución de las Crisofíceas a lo largo del tiempo. Expresado en n.º de células/ml.

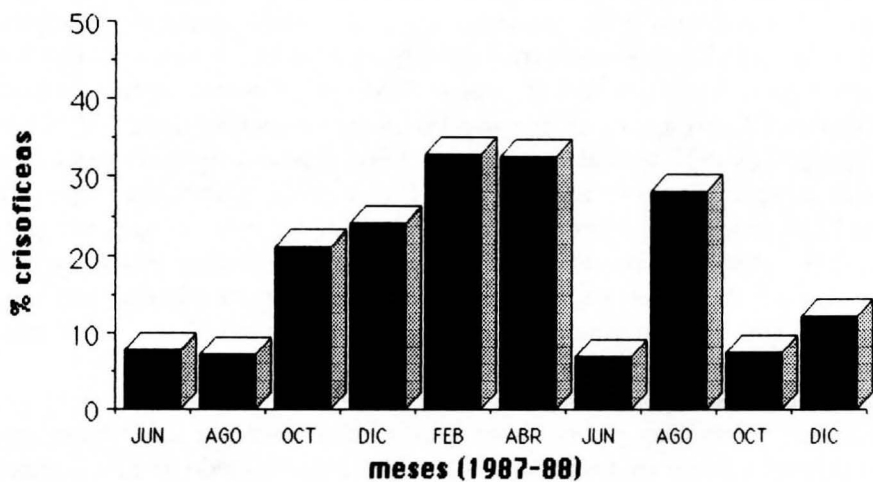


Fig. 13. Distribución de las Crisofíceas a lo largo del tiempo. Expresado en % de Crisofíceas en el total de algas.

(diciembre 87-abril 88) (figura 13). En número absoluto (figura 12) se extienden a lo largo del año con una representación bastante uniforme exceptuando diciembre de 1987 con bajas densidades de plancton en general. Los máximos de los meses de agosto de ambos años y de primavera (febrero-abril 88) se deben al número de Chromulinas. Las especies de las dos épocas son diferentes.

Diatomeas

Las diatomeas tienen la membrana impregnada de sílice y con un gran número de poros y dibujos, típicos de cada especie, que les dan gran belleza y vistosidad. Son un grupo de algas relativamente reciente (unos 100 millones de años aproximadamente). En función de la simetría de las valvas, las diatomeas se han clasificado en centrales, con simetría radiada, y pennales, con simetría bilateral. En el plancton se encuentran fundamentalmente especies centrales. La mayoría de las especies de aguas dulces son béntico-litorales.

El desarrollo de las diatomeas elimina rápidamente el silicio de las capas iluminadas para acumularlo en las más profundas con las diatomeas que se sedimentan, este efecto se puede observar en la figura 3 del anexo que se presenta, con los valores de los nutrientes, en la presente memoria.

Las diatomeas son importantes en el fitoplancton de los lagos, en el caso de lagos oligotróficos con agua neutra o alcalina, componen la mayor parte del mismo. Este es el caso del lago de Bañolas, donde las especies dominantes son *Cyclotella glomerata* y *C. melosiroides* (Planas, 1973).

En el lago de Sanabria la representación de las diatomeas en el número total de algas es muy bajo (0,8%-9% según los meses) (figura 15). La explicación de este hecho, posiblemente, está en el bajo pH del agua de este lago, ya que las concentraciones de silicio detectadas en sus aguas son bajas (30-50 $\mu\text{gat/l.}$) si las comparamos con las encontradas en otros lagos con dominancia de diatomeas. (En el lago de Bañolas la concentración máxima es de 376 $\mu\text{gat/l.}$ Planas, 1973); Estas concentraciones son, sin embargo, suficientes para que tuviera lugar un desarrollo más amplio de estas algas.

Las diatomeas del lago están constituidas principalmente por dos géneros de diatomeas centrales: *Melosira distans* y *Cyclotella glomerata*, otras diatomeas centrales observadas son *C. stelligera* y *M. granulata*. Las especies de pennales más abundantes son *Tabellaria fenestrata* y *T. flocculosa*. Se encuentran también entre el plancton otros pennales como son *Ceratoneis arcus* y *Gomphonema constictum*, procedentes del bentos. En las figuras 21 y 25 se muestran algunas de estas especies.

Las diatomeas son buenos indicadores ecológicos. Hay algunas características de lagos eutróficos, como *Fragillaria*, *Stephanodiscus*, *Melosira granulata*, que no se desarrollan en el lago. Únicamente hemos visto en alguna ocasión *M. granulata*

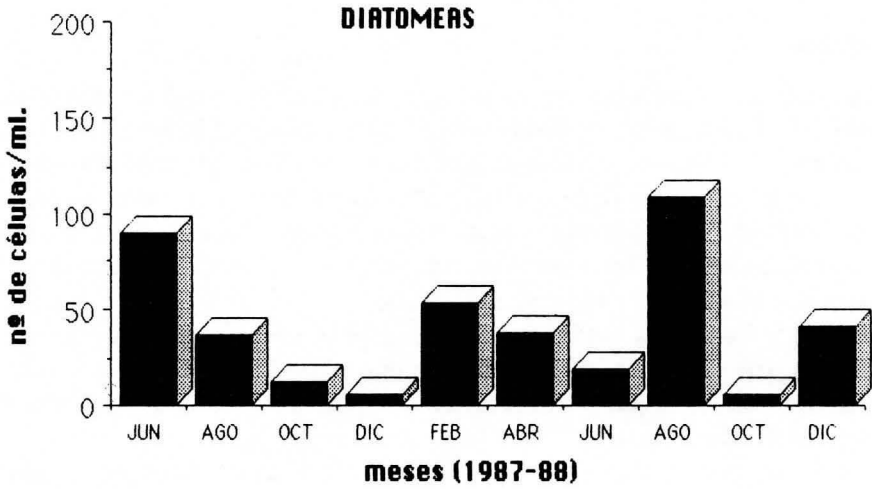


Fig. 14. Distribución de Diatomeas en el tiempo. Expresado en n.º de células/ml.

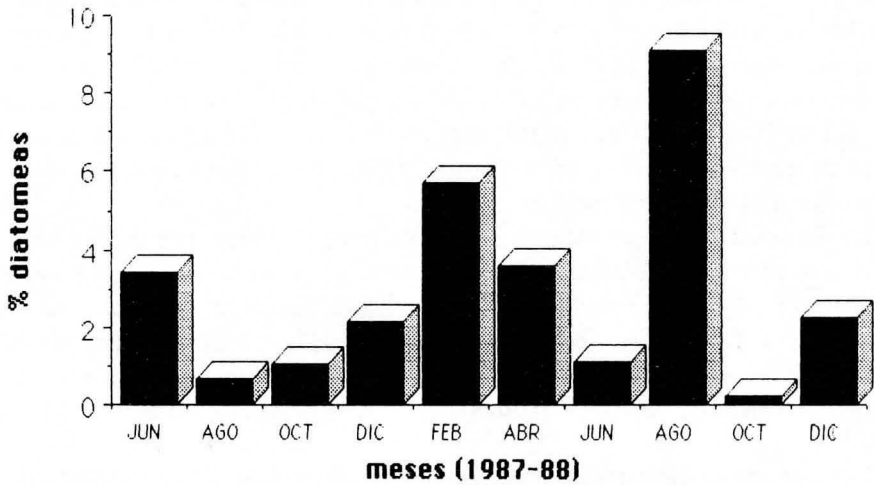


Fig. 15. Distribución de las Diatomeas en el tiempo. Se expresa como % de Diatomeas en el total de algas.

y *Fragillaria* en el plancton de verano. *Melosira distans* es una de las algas que, junto con *T. fenestrata*, caracteriza las comunidades de fitoplancton de regiones no calizas de España. *C. glomerata* es dominante en lagos subalpinos de Europa. El género *Cyclotella* es más característico de las regiones calizas, aunque también está presente en zonas que no lo son, como es el caso de Sanabria.

DISTRIBUCIÓN

M. distans y *C. glomerata* aparecen durante todo el tiempo de estudio, (siendo siempre más abundante *M. distans*), con tres máximos en junio de 1987, febrero-abril de 1988 y agosto de 1988 (figuras 14 y 15). Las especies de pennales se observaron especialmente en los meses de primavera.

Un fenómeno muy conocido, en muchos lagos, es el gran incremento de las diatomeas en primavera debido a su alta tasa de crecimiento (comparada con la de otras algas), en condiciones de mezcla de las aguas; Estas diatomeas, después de desaparecer o ser poco abundantes a principios de verano, reaparecen de nuevo más tarde formándose así dos picos en su distribución (Hutchinson, 1967). Parece ser ésta la pauta que siguen las diatomeas en nuestro lago.

Criptoficeas

Son un grupo de algas con células asimétricas, con dos flagelos desiguales que salen de una depresión. Las criptoficeas son particularmente abundantes en aguas frías.

En el estudio del fitoplancton de los embalses españoles (Margalef y otros, 1976) se señala una mayor abundancia de criptoficeas en los ecosistemas poco mineralizados y con escasa eutrofización. Hay, no obstante, numerosas especies extendidas en todo tipo de medios.

Existen en el lago 5 ó 6 especies de criptoficeas. *Rhodomonas minuta* es la especie de menor tamaño ($3 \times 6 \mu$) y con mayor contribución al número total de criptoficeas. *Chroomonas reflexa* es algo mayor en sus dimensiones ($8 \times 16 \mu$). Estas especies parecen ocupar nichos diferentes, ya que *Rh. minuta* se encuentra a mayor profundidad y *Ch. reflexa* ocupa capas de agua más superficiales. Existen 3 especies de *Cryptomonas*, de mayor tamaño que las anteriores, y poco abundantes. (Figura 21).

DISTRIBUCIÓN

En la figura 16 se observa como el número total de criptoficeas no muestra grandes diferencias de unos meses a otros, exceptuando febrero. Los meses de primavera: junio-87, abril-88, junio-88, sobresalen ligeramente sobre el resto. Hay que destacar, sin embargo, que aunque el n.º absoluto de criptoficeas en diciem-

bre sea bajo, éste, en relación con el número total de algas de este mes es importante (figura 17).

En la figura 17 se observa que la contribución de las criptofíceas al número total de algas es mayor durante la época fría (diciembre 87-febrero 88).

Dinoflagelados

Son células asimétricas provistas de dos flagelos diferentes. Forman un grupo de algas muy primitivas con representación poco variada (se han descrito solo 200 especies) en aguas dulces.

Los dinoflagelados contribuyen en un % muy bajo al total de algas del lago de Sanabria, el máximo se presenta en octubre de 1987 (16%) (figura 19).

Dentro de las gimnodiniáceas, que se caracterizan por la falta de cubierta resistente, en el lago hemos encontrado tres especies; la de mayor tamaño es *Gymnodinium mirabile*, especie típica de lagos oligotróficos.

Entre los géneros con cubierta formada por placas rígidas está *Peridinium* con dos especies (*P. cinctum*, especie muy eurioica y otra especie de menor tamaño) y *Ceratium hirundinella*, uno de los elementos más frecuentes y voluminosos del placton de los lagos. Existen diferentes cepas de *C. hirundinella*, una más gracil y propia de medios poco mineralizados y otra más ancha y robusta. La presente en el lago es la primera, con tres cuernos antiapicales. (Figura 22).

Peridinium y *Ceratium*, aunque poco abundantes en número de células en este lago (1 célula/ml. *Peridinium* y 1-4 células/ml. *Ceratium*) son de gran tamaño y su contribución a la biomasa es importante. Estos géneros presentan mucha vistosidad por la variación de dibujos y formas que componen la cubierta rígida que les rodea.

DISTRIBUCIÓN

Peridinium abunda en épocas frías y *Ceratium* al final de la estratificación. La acumulación de *Ceratium* en verano, Margalef, 1983 la explica como resultado de la presión del zooplancton.

Octubre de 1987 es el mes con mayor abundancia de dinoflagelados, la mayor parte de los mismos está formado por gimnodiniáceas de pequeño tamaño, (figuras 18 y 19).

Euglenales

Son un grupo de algas con gran requerimiento nutritivo, se encuentran en aguas ricas en materia orgánica, posiblemente por esta razón no se encuentran en el lago de Sanabria. Aunque, en 1976 esta citado un género de este grupo, *Strombomonas*, en este lago (Margalef y otros, 1976).

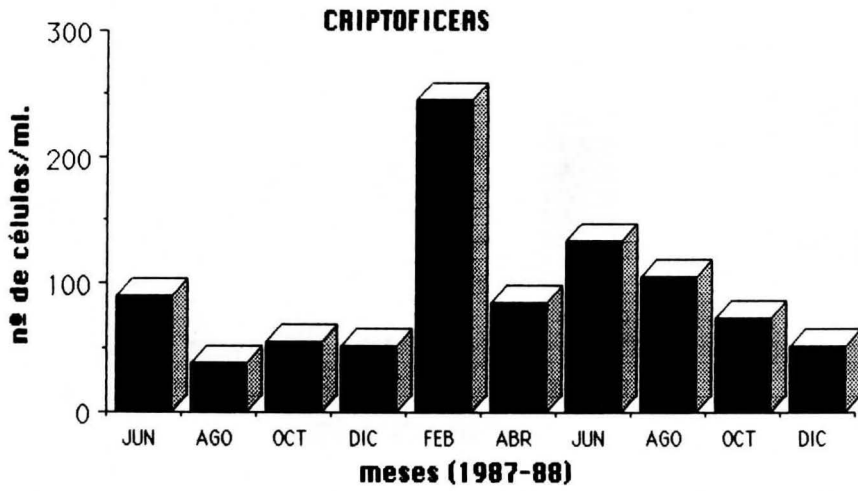


Fig. 16. Distribución de las Criptoficeas en el tiempo. Expresado en n.º de células/ml.

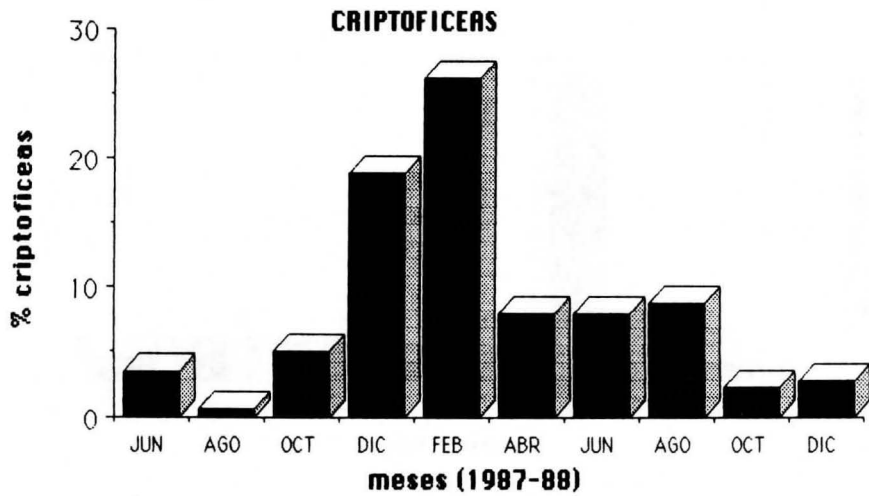


Fig. 17. Distribución en el tiempo de las Criptofíceas. Se expresa como % de Cianofíceas en el total de algas.

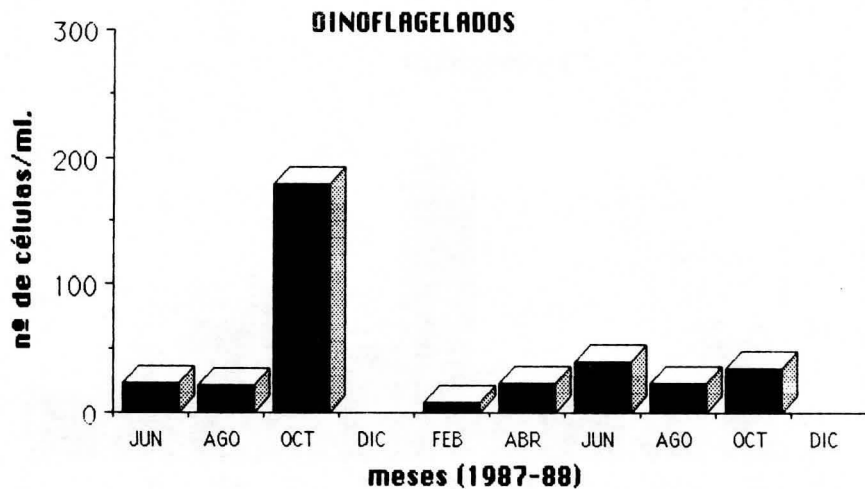


Fig. 18. Distribución de los Dinoflagelados en el tiempo. Expresado en n.º de células/ml.

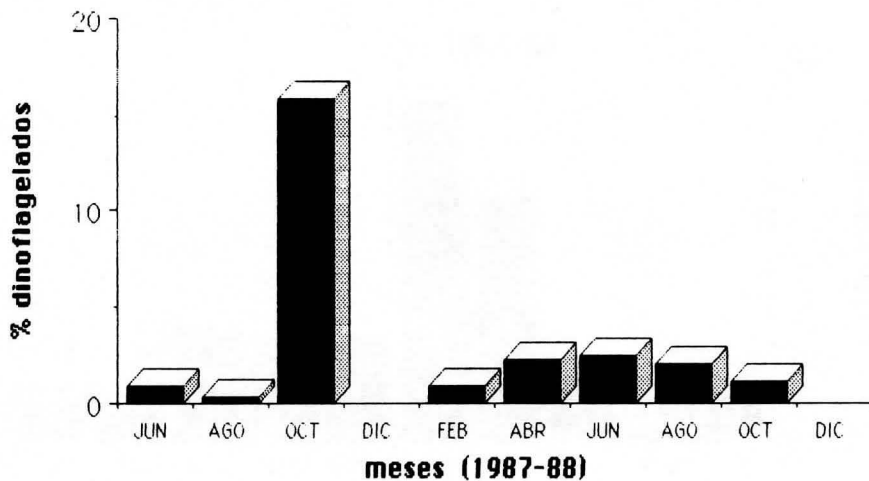


Fig. 19. Distribución de los Dinoflagelados en el tiempo. Se expresa en % de Dinoflagelados en el total de algas.

ESPECIES REPRESENTADAS GRÁFICAMENTE EN LAS FIGURAS 20, 21 Y 22.

- | | |
|-----------------|-------------------------------------|
| Crisofíceas: | 1. <i>Mallomonas akromonos</i> |
| | 2. <i>Mallomonas sp.</i> |
| | 3. <i>Pseudopedinella sp.</i> |
| | 4. <i>Dinobryon divergens</i> |
| Dinoflagelados: | 5. <i>Gymnodinium mirabile</i> |
| | 6. <i>Peridinium cinctum</i> |
| | 7. <i>Ceratium hirundinella</i> |
| Clorococales: | 8. <i>Pediastrum tetras</i> |
| | 9. <i>Dictyosphaerium sp.</i> |
| | 10. <i>Monoraphidium contortum</i> |
| | 11. <i>Botryococcus braunii</i> |
| | 12. <i>Tetraedon minimum</i> |
| | 13. <i>Ankistrodesmus falcatus</i> |
| | 14. <i>Crucigenia tetrapedia</i> |
| | 15. <i>Scenedesmus sp.</i> |
| Cianofíceas: | 16. <i>Merismopedia glauca</i> |
| Desmidiáceas: | 17. <i>Staurodesmus jaculiferum</i> |
| | 18. <i>Staurodesmus glabrum</i> |
| | 19. <i>Staurastrum anatinum</i> |
| | 20. <i>Staurastrum laeve</i> |
| | 21. <i>Staurastrum aculeatum</i> |
| | 22. <i>Cosmarium contractum</i> |
| | 23. <i>Staurastrum laevispinum</i> |
| | 24. <i>Staurastrum arctiscon</i> |
| | 25. <i>Xanthidium antilopaeum</i> |
| Criptofíceas: | 26. <i>Rhodomonas sp.</i> |
| | 27. <i>Chroomonas reflexa</i> |
| | 28. <i>Cryptomonas curvata</i> |
| Diatomeas: | 29. <i>Melosira distans</i> |
| | 30. <i>Cyclotella stelligera</i> |
| | 31. <i>Cyclotella glomerata</i> |
| | 32. <i>Tabellaria flocculosa</i> |
| | 33. <i>Tabellaria fenestrata</i> |

5. ESPECIES INDICADORAS

Si queremos clarificar al máximo las características de un ecosistema acuático,

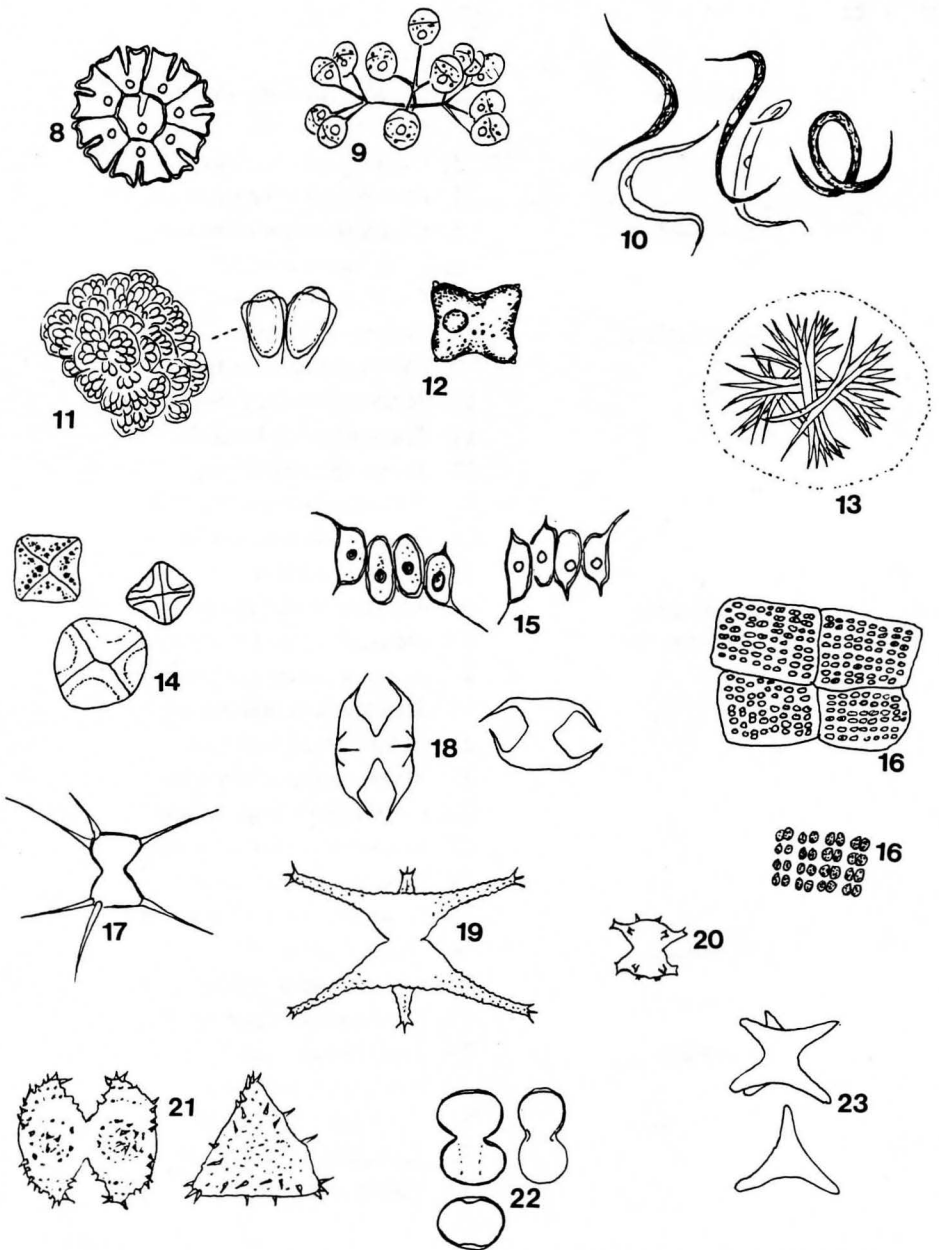


Fig. 20. Algunas Clorococcales (8, 9, 19, 11, 12, 13, 14, 15), Cianoficeas (16) y Desmidiaceas (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23) presentes en el lago de Sanabria. El nombre de cada una de las especies se señala en la página 21.

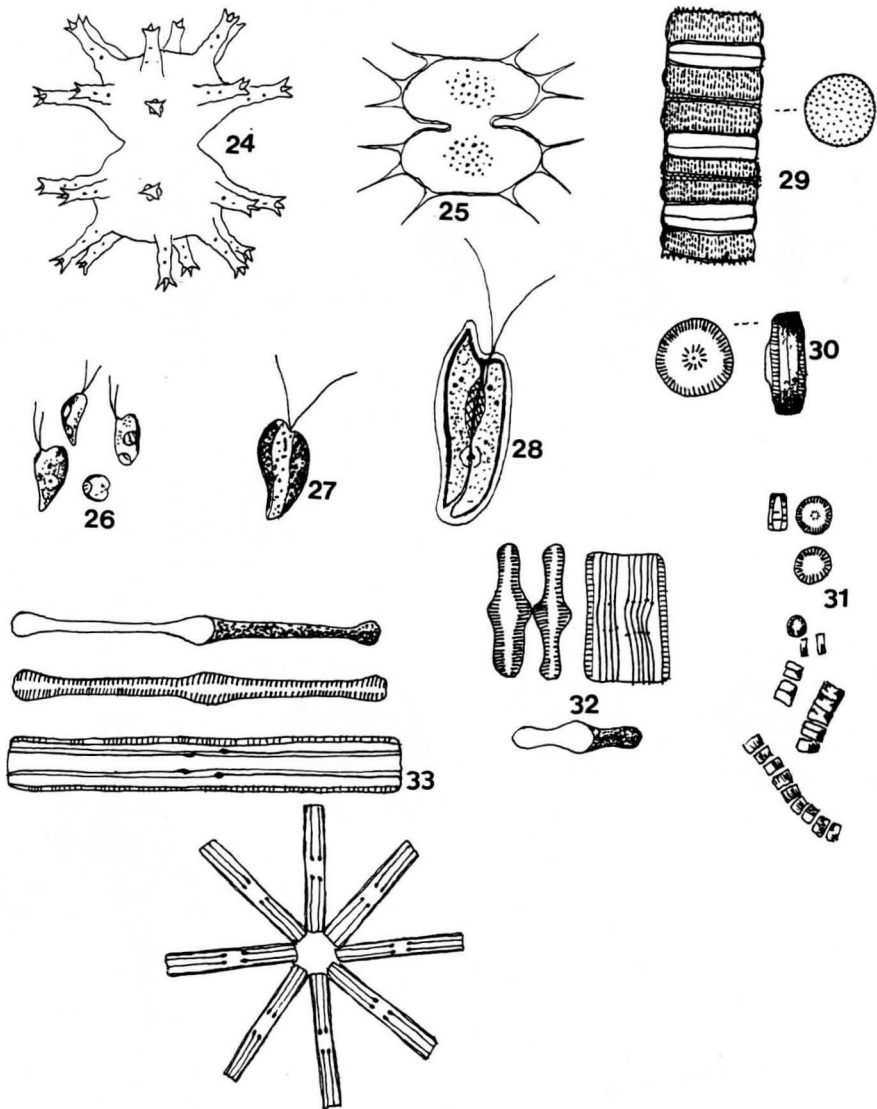


Fig. 21. Algunas Desmidiaceas (24, 25), Criptoficeas (26, 27, 28) y Diatomeas (29, 30, 31, 32 y 33) presentes en el lago de Sanabria. El nombre de cada una de las especies se señala en la página 21.

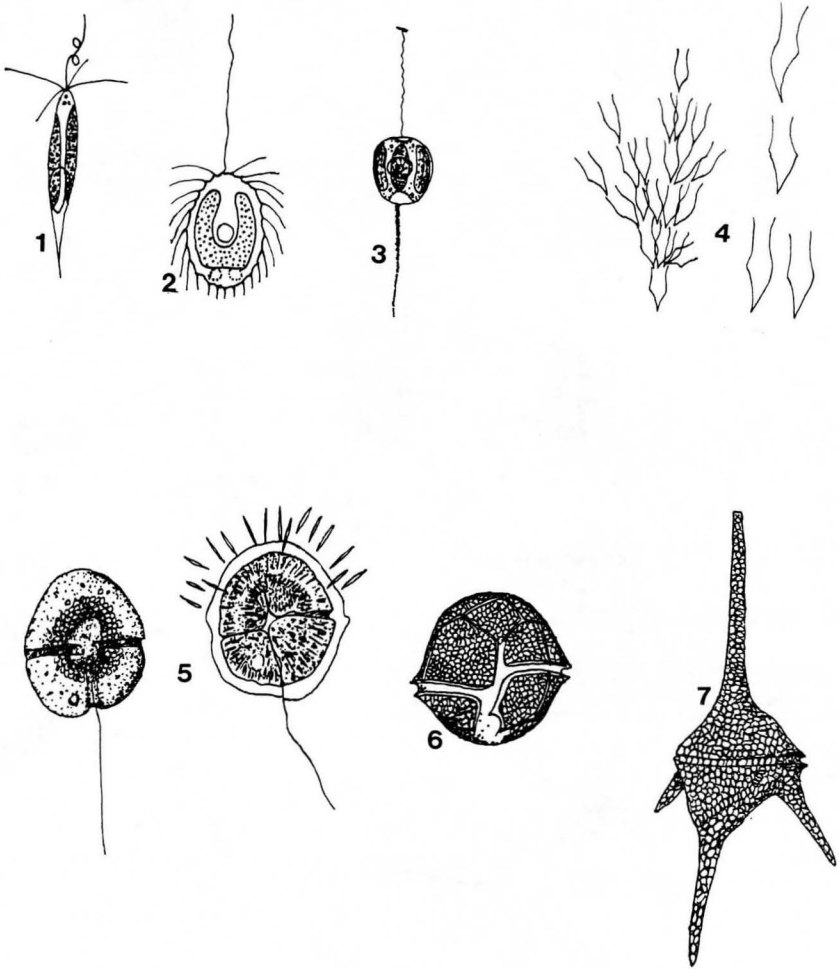


Fig. 22. Algunas Crisoficeas (1, 2, 3, 4) y Dinoflagelados (5, 6, 7) presentes en el lago de Sanabria. El nombre de cada una de las especies se señala en la página 21.

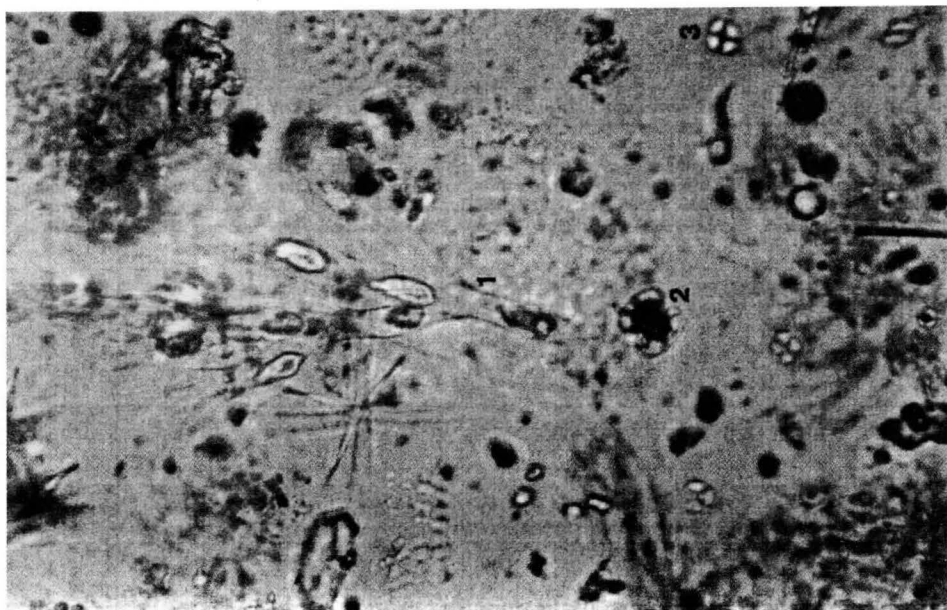


Fig. 23. 1-*Dinobryon* sp. (crisoficea), 2-*Cosmarium* sp. (desmidiaceas), 3-*Crucigeni tetrapedia* (clorococales).

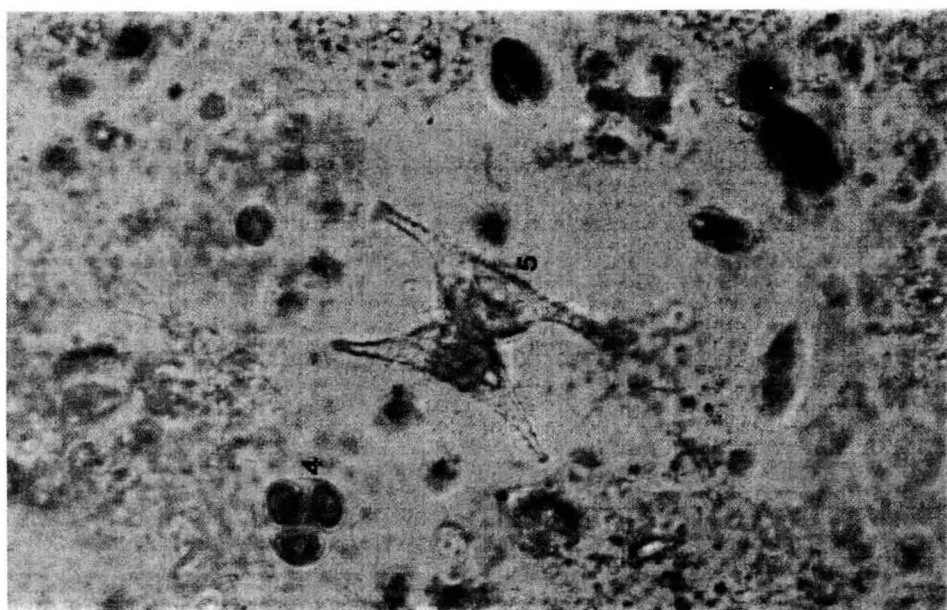


Fig. 24. 4-*Oocystis lacustris* (clorococales), 5-*Staurastrum anatinum* (desmidiaceas).

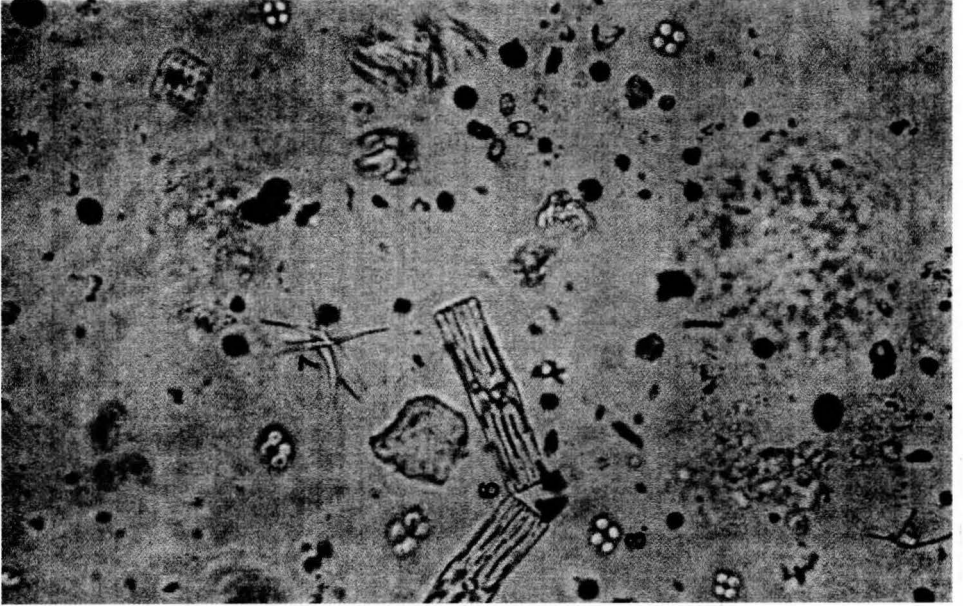


Fig. 25. 6-*Tabellaria fenestrata* (Diatomea), 7-*Ankistrodesmus falcatus* (clorococales).

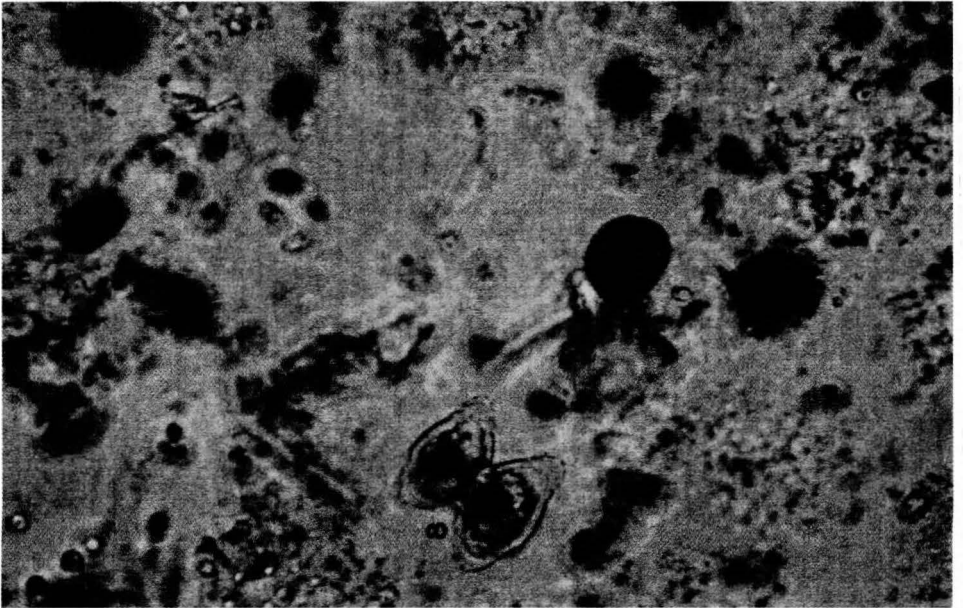


Fig. 26. 8-*Staurastrum aculeatum* (desmidiacea).

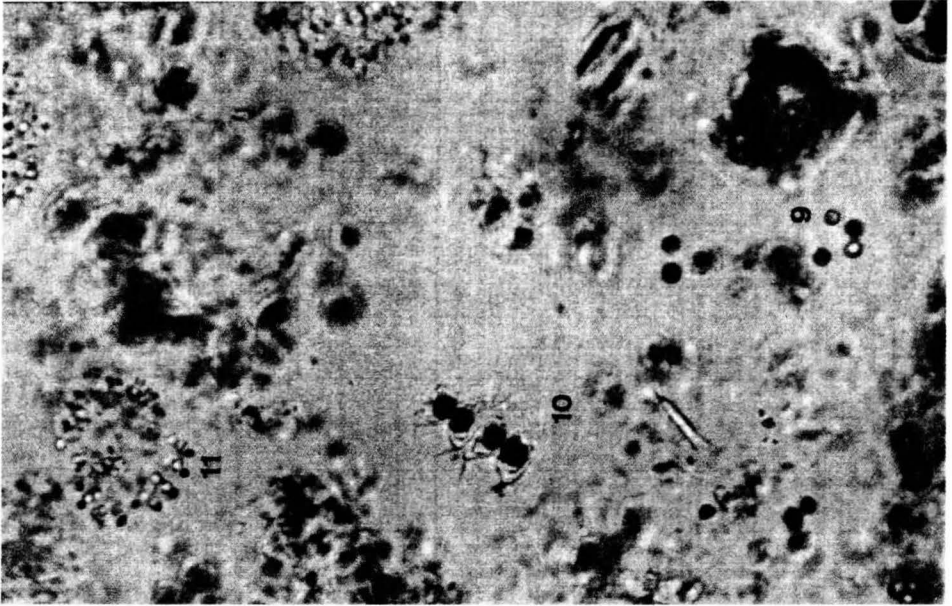


Fig. 27. 9-*Sphaerocystis* sp. (clorococales), 10-*Staurodesmus glabrum* (desmidiaceas), 11-*Microcystis* sp. (cianoficeas).

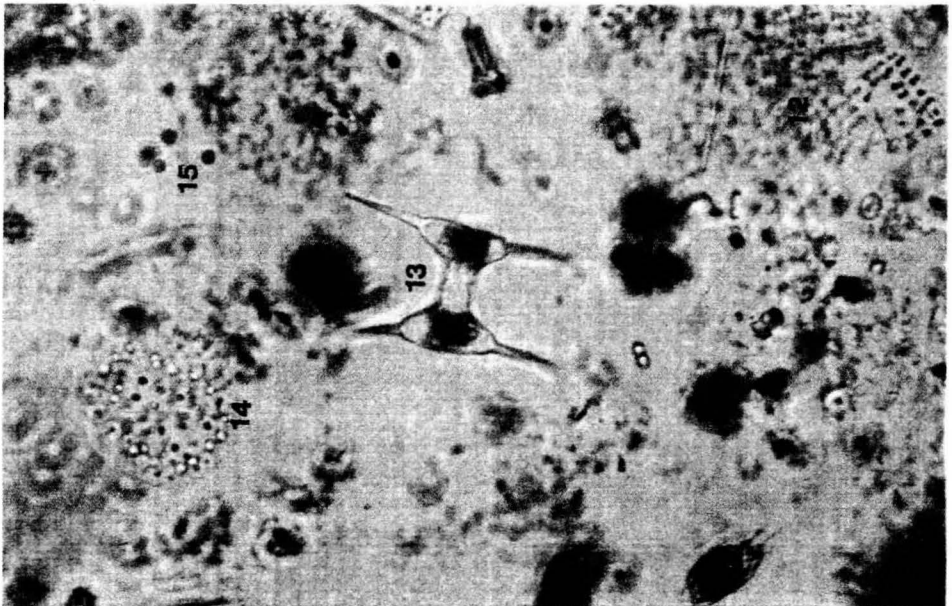


Fig. 28. 12-*Merismopedia glauca* (cianoficeas), 13-*Staurodesmus jaculiferum* (desmidiaceas), 14-*Microcystis* sp. (cianoficeas), 15-*Sphaerocystis* sp. (clorococales).

a partir de las especies de fitoplancton que en él viven, tendremos que hacer una descripción de la comunidad de fitoplancton basada en una enumeración de las especies menos eurioicas, es decir, las especies que son más exigentes con respecto a las condiciones del medio, llamadas normalmente "indicadores ecológicos".

Ya, en el apartado anterior, se ha señalado el significado ecológico de grupos taxanómicos amplios o de especies particulares que se encuentran presentes en el lago. Haciendo un resumen general, basado sólo en este aspecto, se podría señalar lo siguiente:

Aparece en el lago de Sanabria un fitoplancton típico de aguas poco mineralizadas: Muchas especies de desmidiaceas, diatomeas como *Melosira distans*, *Tabellaria flocculosa* y *T. fenestrata*, abundantes crisoficeas, la forma más gracil de *Ceratium hirundinella*, etc. Algunas de estas algas son indicadoras del bajo pH del sistema: desmidiaceas, crisoficeas.

Presenta este lago especies típicas de ecosistemas oligotróficos: *Gymnodinium mirabile*, *Cyclotella glomerata*, varias especies de *Monoraphidium*, etc. y faltan en el mismo especies de lagos eutróficos como euglenoficeas, etc., pero se encuentran en el plancton de verano algunas algas, a veces poco abundantes *Melosira granulata*, *Scenedesmus sp.*, *Asterionella sp.*, *Pediastrum tetras*, y otras veces en densidad bastante alta (*Crucigenia tetrapedia*, *Dictyosphaerium sp.*, varias *Kirchneriella*) que normalmente están ligadas a ecosistemas con tendencia a la eutrofización. La gran cantidad de cianoficeas que aparecen durante el verano contradice las referencias bibliográficas que relacionan a éstas con aguas alcalinas y eutróficas. Su desarrollo, como se ha indicado anteriormente, posiblemente está relacionado con la limitación de nitrógeno en esta época, la estabilidad de la columna de agua y la predación selectiva del zooplancton sobre otras algas (aspectos que sería de interés determinar en futuros estudios).

6. CONCLUSIONES

El número total de células varía entre 276 células/ml. en diciembre de 1987 y 5.563 células/ml. en agosto de ese mismo año. Es un número mayor del que cabría esperar, aunque la mayoría de las algas son de dimensiones muy pequeñas, formando parte del nanoplancton (menos de 20 μ).

La riqueza de especies del fitoplancton disminuye en los meses con mayor densidad de células. Esto indica una tendencia a la eutrofia en estas épocas.

El grupo de algas con mayor representación en cuanto al número de células es el de las Cianoficeas, aunque con escaso número de especies y éstas de un tamaño celular muy pequeño. Es seguido por las Cloroficeas, importantes, no solo en número de células, sino también en número de especies presentes. Las Crisoficeas y las Criptoficeas forman también un porcentaje importante del fitoplancton

del lago, siendo las Diatomeas y Dinoflagelados, estos últimos con especies muy grandes y vistosas, los grupos con menor representación.

Las Cianofíceas y los Dinoflagelados se encuentran en los períodos de estratificación. Las Crisofíceas y las Criptofíceas componen una importante parte del fitoplancton de las épocas más frías (en las cuales, las aguas están mezcladas). Las clorococales se distribuyen a lo largo de todo el año, distinguiéndose claramente un grupo de especies de épocas de estratificación y otro grupo de períodos de mezcla. Las Diatomeas presentan un máximo en primavera y otro a principios de otoño.

La composición del fitoplancton del lago de Sanabria es típica de ecosistemas de aguas ácidas (muchas especies de desmidiáceas, bajas densidad de diatomeas) y poco mineralizadas. Aunque la mayoría de las especies presentes son las típicas de un lago oligotrófico, como podríamos calificar a este lago, durante la época de estratificación estival aparecen algunas clorofíceas coloniales (*Crucigenia*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, etc.) y algunas diatomeas (*Melosira granulata*, *Asterionella*) propias de ecosistemas más eutróficos. El hecho de la gran cantidad de cianofíceas que aparecen durante el verano contradice las referencias bibliográficas que relacionan estas algas con aguas alcalinas y eutróficas. Su desarrollo posiblemente está relacionado con la limitación de nitrógeno en estas épocas. Si se comprobase la capacidad de fijar nitrógeno de estas algas, tendríamos que contar con una entrada suplementaria de nitrógeno atmosférico al lago.

7. BIBLIOGRAFÍA

- A.P.H.A., 1965: Standard Methods for the examination of water and wastewater, 12 ed. New York, 769 págs.
- BACHMAN, H., 1913. Plancktonproben aus Spanien, gesammelt von Prof. Dr. Halbfas. Berichte des deutsche Botanische Gessellschaft 31: 183-188.
- CAPBANCQ, J., 1982. Phitoplancton et production primaire. "Ecologie du plancton des eaux continentales", Masson, París, New York, Barcelone, Milán, México, Río de Janeiro, págs. 1-48.
- CHANG, W. Y. B. AND ROSSMANN, R., 1988. Changes in the abundance of blue-green algae related to nutrient loadings in the nearshore of Lake Michigan. Hydrobiología, 157: 271-278.
- GAWLER, M., BLANC, P., DRUART, J. CL. AND PELLETIER, J. P., 1986. Dynamique de quelques populations majeures du phytoplancton printanier du lac Lemán en relation avec le broutage et les sels nutritifs. Coll. Nat. C.N.R.S. Biologie des Populations: 412-419.
- HEANEY, S.I., 1976. Temporal and spatial distribution of the dinoflagellate *Ceratium hirundinella* O.F. Muller Within a samll productive lake. Freshwater Biology, 6: 531-542.
- HUTCHINSON, G. E., 1967. A treatise on limnology, vol. II. John Wiley and sons, New York, London, Sydney, 1.115 pp.
- LEE, G. F. AND JONES, R. A., Study program for development of information for use of O.E.C.D. eutrophication modeling in water quality management.
- LUND, J. W., 1965. The ecology of th freshwater phytoplankton. Biol. Rev. 40: 231-293.
- MARGALEF, R., 1955. Comunidades bióticas de las aguas dulces del noroeste de España. P. Inst. Biol. Apl. Tomo XXI: 5-85.
- MARGALEF, R., 1955. Los organismos indicadores en la limnología. M.º de Agricultura. D. Gral. Montes Caza y Pesca fluvial. Secc. Biología de las Aguas Continentales, Madrid.

- MARGALEF, R., PLANAS, D., ARMENGOL, J., VIDAL, A., PRAT, N., GUISET, A., TOJA, J., and ESTRADA, M., 1976. Limnología de los embalses españoles. Dirección General de Obras Hidráulicas. M.O.P.U. Madrid.
- MARGALEF, R., 1983. Limnología. Omega. Barcelona. 1.010 págs.
- NYGAARD, G., 1949. Hydrobiological studies of same Danish pond and lakes II. Biol. skr., 7, 293 pp. Citado en Hutchinson, G.E., 1967.
- PAVONI, M. 1963. Die Bedeutung des Nannoplankton im vergleich zum Netzplankton Schweiz. Z. Hydrobiolo., 25, 219-341. Citado en Capbancq, J. 1982.
- PLANAS, M.D., 1973. Composición, ciclo y productividad del fitoplancton del lago de Banyoles. Oecología aquatica, 1: 3-106.
- POLLINGER, V., BERMAN, T., KAPLAN, B. AND SCHARF, D., 1988. Lake Kinneret phytoplankton: Response to N and P enrichments in experiments and in nature. Hydrobiologia 166: 65-75.
- PREPAS, E.E. AND TRIMBEE, 1988. Evaluation of indicators of nitrogen limitation in deep prairie lakes with laboratory bioassays and limnocorrals. Hydrobiología 159: 269-276.
- REYNOLS, C.S., 1975. Succession and vertical distribution of phytoplankton in response to thermal stratification in a lowland mere, with special reference to nutrient availability.
- RINGELBERG, J. AND BAARD, R., 1988. Growth and decline of a population of *Microcystis aeruginosa* in mesotrophic Lake Maarsveen I (The Netherlands). Stuttgart 1.
- RODHE, W., 1948. Environmental requirements of freshwater plankton algae. Experimental studies in the ecology of phytoplankton. Symb. bot. upsal, 10, N.º 1, 1-149. Citado en Hutchinson, G.E., 1967.
- ROUND, F. E., 1973. The biology of the algae. Edward Arnold. Publ., London, 263 pp.
- ROUND, F. E. The ecology of algae. Cambridge University Press.
- SOURNIA, A. (edit.), 1978. Phytoplankton manual. Unesco. París, 227 pp.
- THUNMARK, S., 1945. Zur Soziologie des Susswasser-planktons. Eine methodologisch-okologische studie. Fol. limnol. Scand., 3, 66 pp. Citado en Hutchinson, G. E., 1967.
- TOJA, J., 1980. Limnología del embalse de La Minilla durante 1976. I. Ciclo del fitoplancton en relación con los factores del medio. Oecología aquatica, 4: 71-88.
- VEGA, J. C., DE HOYOS, C., ALDASORO, J. J. El lago de Sanabria: Estudio limnológico. (En prensa).
- VEGA, J. C., DE HOYOS, C., ALDASORO, J. J. The Sanabria lake: The Largest Natural Lake in Spain. (En prensa).
- WELCH, E.B., STURTEVANT, P. AND PERKINS, M. A., 1978. Dominance of phosphorus over nitrogen as the limiter to phytoplankton growth rate. Hydrobiologia, 57, 209-215.
- WEST, W. AND WEST, G. S., 1909. The British freshwater phytoplankton, with special reference to the Desmid-plankton and the distribution of British Desmids. Proc. R. Soc., 81B: 165-206. Citado en Hutchinson, G. E., 1967.

**ANEXO. ISOPLETAS DE ALGUNOS PARAMETROS FÍSICOS,
QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS**

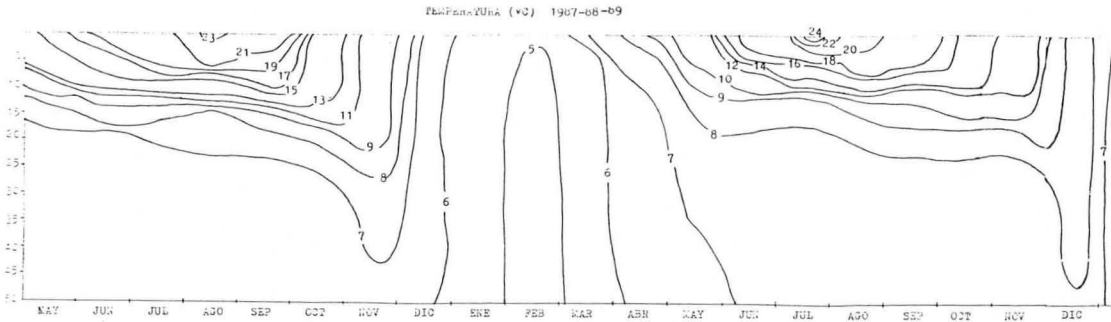


Fig. 1. Valores de temperatura en función del tiempo y de la profundidad.

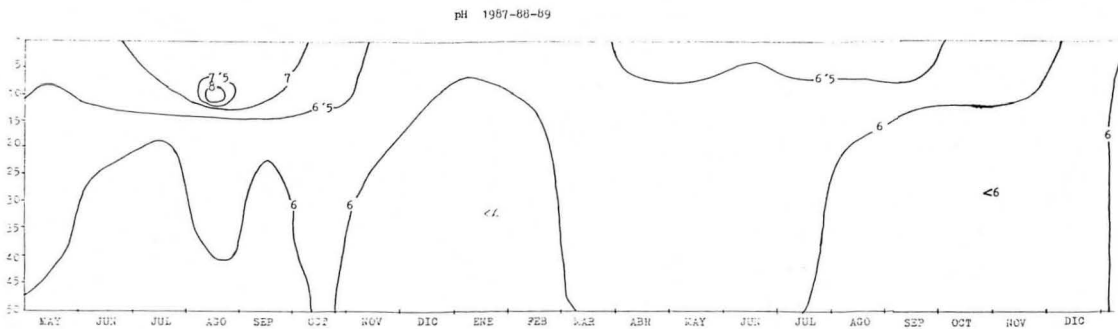


Fig. 2. Valores de pH en función del tiempo y de la profundidad.

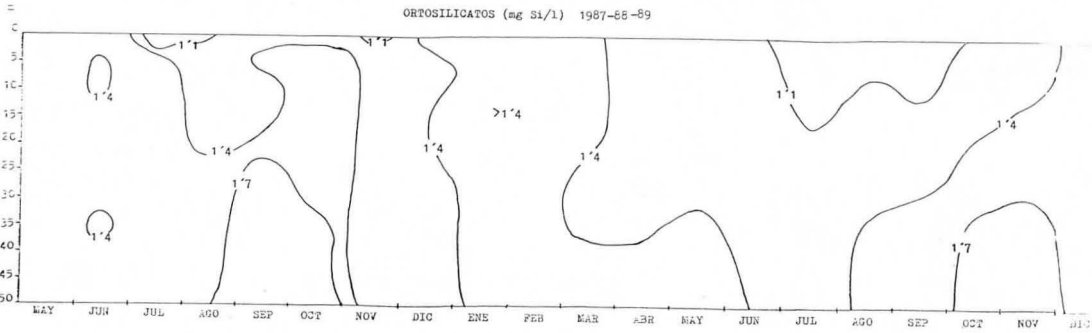


Fig. 3. Valores de sílice en función del tiempo y de la profundidad.

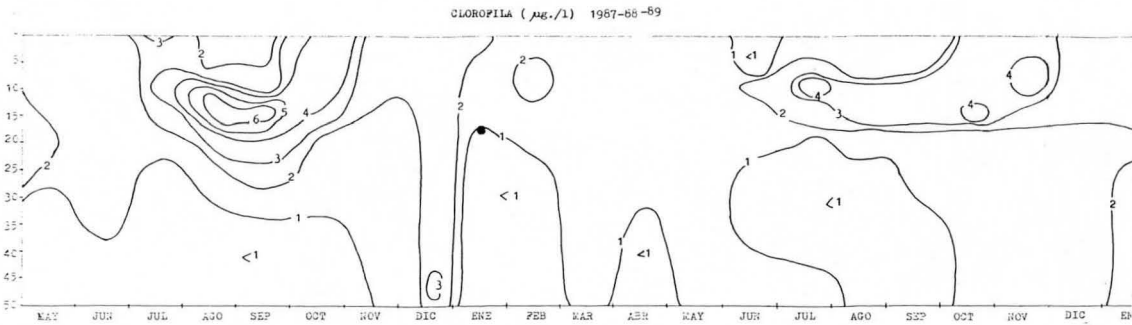


Fig. 4. Valores de clorofila en función del tiempo y de la profundidad.