

## LA LAGUNA DE GRAVERA DE EL CAMPILLO (MADRID): DATOS FISICO-QUIMICOS Y BIOLOGICOS

J. L. VELASCO<sup>1</sup>, M. ALVAREZ<sup>2</sup> y A. RUBIO<sup>2</sup>

### RESUMEN

El presente estudio aporta datos limnológicos básicos acerca de la composición físico-química, estructura del fitoplancton y comunidad de rotíferos planctónicos y litorales de la laguna. Los resultados se refieren a muestreos mensuales realizados a lo largo de un ciclo anual durante 1990-91, incluyéndose también datos inéditos correspondientes a 1984.

El análisis de los datos disponibles permite considerar como hipertrófico el estado de la laguna desde el inicio de su estudio.

**Palabras clave:** laguna de gravera, hidroquímica, plancton.

### INTRODUCCION

La laguna de El Campillo o de Palomarejo forma parte de un conjunto de láminas de agua situadas a lo largo del valle del río Jarama con la característica común de su origen como graveras, algunas fuera de explotación actualmente, habiendo sido objeto en los últimos años de diversos estudios limnológicos (ALVAREZ *et al.*, 1990, 1992, 1993 y 1994).

Algunos datos acerca de las características físico-químicas principales y de la mayoría de las especies dominantes de la comunidad de rotíferos fueron publicados anteriormente (VELASCO, 1993). También puede encontrarse información acerca de su morfometría, geología e hidrología en el estudio de MONTES y G. BERNALDEZ (1990) sobre humedales españoles.

En el presente trabajo se amplía la información limnológica de la laguna incluyendo datos semicuantitativos acerca de la dinámica de la comunidad de rotíferos y de algunos parámetros físico-químicos a lo largo de un ciclo anual (1990-91),

así como datos inéditos de fitoplancton, niveles de clorofila «a» y otros análisis químicos realizados en 1984.

### CARACTERISTICAS DE LA LAGUNA

La laguna está ubicada en el término municipal de Rivas de Vaciamadrid, a 5 km aproximadamente de Arganda del Rey, en la margen izquierda del río Jarama antes de su confluencia con el Manzanares, debiendo su origen al afloramiento de agua subterránea del acuífero, provocado por la extracción de áridos realizada también en otros puntos de las terrazas bajas de los ríos de Madrid (RENATUR, 1982). La lámina de agua está a 560 m de altitud y sus coordenadas UTM son: 30TVK573636.

De forma alargada, con su eje mayor en dirección Este-Oeste, de 1.500 m de longitud y 400 m de anchura máxima aproximadamente, es de todas las lagunas de gravera existentes en la Comunidad de Madrid la de mayor tamaño, con una superficie de 39 ha, una profundidad media de 6 m y un perímetro aproximado de 5,5 km.

Respecto a las características geológicas, la cubeta se sitúa sobre la llanura aluvial holocena del río Jarama que se encuentra encajada sobre depósitos miocénicos formados por arcillas grises, margas yesíferas y yesos que se aproximan a

<sup>1</sup> Museo Nacional de Ciencias Naturales. C/ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid. Tel.: 411 13 28. Fax: 564 50 78.

<sup>2</sup> Centro de Ciencias Medioambientales. C/ Serrano, 115bis. 28006 Madrid. Tel.: 512 50 20.

menos de 100 m en algunas zonas de la laguna (REBOLLO, 1973; MARTÍNEZ ALFARO, 1974).

## MATERIAL Y METODOS

El muestreo de marzo de 1984 se llevó a cabo en un punto de máxima profundidad de la laguna —12 m—, realizándose un perfil en el que se hicieron medidas de oxígeno disuelto, temperatura del agua y diversos parámetros físico-químicos a distintas profundidades: 0,5, 1, 2, 3 y 10 m. Los niveles de clorofila y densidad de organismos del fitoplancton se midieron únicamente en la zona eufótica limitada a la lámina superficial de los tres primeros metros. Para la obtención de las muestras se utilizó una bomba de absorción accionada con una batería desde la superficie. Las estimaciones de clorofila «a» se hicieron por el método de extracción de pigmentos con metanol al 90% en caliente (MARKER *et al.*, 1980); las muestras de fitoplancton se fijaron *in situ* con formal al 4% y para el recuento de los organismos se utilizaron cámaras compuestas de sedimentación y un microscopio invertido Zeiss Mod. IM 35. Las medidas de los parámetros físico-químicos se

realizaron siguiendo las recomendaciones de Standard Methods (APHA, 1980).

Los muestreos realizados mensualmente entre marzo de 1990 y febrero de 1991 se hicieron siguiendo la metodología ya indicada en un trabajo anterior (VELASCO, 1993). A diferencia del muestreo de 1984, los realizados durante 1990-91 se hicieron desde la orilla Oeste de la laguna, tomándose muestras en la zona litoral con una red de mano y en el agua libre mediante una red de plancton de 50  $\mu\text{m}$  de paso de luz.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Datos físico-químicos

Por la composición iónica del agua, la laguna es del tipo sulfarada mixta, siendo su composición porcentual en meq./l, del orden del 30% para  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Ca}^{++}$ , respectivamente y del 70% en el caso del  $\text{SO}_4^-$ , siendo similares estas proporciones en los muestreos de 1984 y 1990. Con una salinidad algo superior a 1g/l, desde el punto de vista de su concentración iónica podemos considerarla como perteneciente a la categoría de

TABLA I  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA LAGUNA DE EL CAMPILLO (1984)

Parámetro	0,5 m.	1 m.	2 m.	3 m.	10 m.
Calcio (meq./l) .....	7,2	6,8	6,9	6,9	7
Magnesio (meq./l) .....	6,9	7,3	7,2	6,9	7,2
Sodio (meq./l) .....	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Potasio (meq./l) .....	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
Cloruros (meq./l) .....	3,3	3,3	3,4	3,3	3,2
Sulfatos (meq./l) .....	16	16	16	16	16
Carbonatos (meq./l) .....	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
Bicarbonatos (meq./l) .....	2,8	2,7	2,8	2,7	3
Sílice (mg/l) .....	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7
Dureza Total (°F) .....	70,4	70,4	70,4	68,8	70,8
N.NH <sub>3</sub> ( $\mu\text{g-at/l}$ ) .....	75	87	97	107	440
N.NO <sub>3</sub> ( $\mu\text{g-at/l}$ ) .....	283	283	339	339	734
P.PO <sub>4</sub> ( $\mu\text{g-at/l}$ ) .....	13	13	16	39	26
Salinidad (g/l) .....	1,49	1,48	1,48	1,47	1,48
Residuo a 110°C .....		1479	1501		
D.Q.O. (MnO <sub>4</sub> K) (mgO <sub>2</sub> /l) .....	8,24	8,56	10,32	12,32	
Oxígeno (mg/l) .....	14,2	14,2	14,2	13,4	8,7
Temperatura (°C) .....	8,4	8,4	8,3	8,1	7,8
pH .....	8,3	8,2	8,2	8,2	8,1
Conductividad ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) .....	1614	1610	1614	1615	1639
Turbiedad (u. F.T.U.) .....	7	7	7	7	7
Carbono Inorgánico (mg/l) .....	39	40	39,5	39,5	42
Carbono Orgánico (mg/l) .....	25	21	14,5	14,5	12

subsalina. Los niveles de nutrientes, referidos principalmente a nitratos y fosfatos, están situados en un rango propio de aguas eutróficas, sobre todo los fosfatos en el muestreo correspondiente a 1990 (Tablas I y II).

TABLA II  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA LAGUNA DE EL CAMPILLO (1990)

Parámetros	0,5 m.
Calcio (meq./l) .....	4,5
Magnesio (meq./l) .....	4,6
Sodio (meq./l) .....	7
Potasio (meq./l) .....	0,4
Cloruros (meq./l) .....	3,1
Sulfatos (meq./l) .....	11,7
Carbonatos (meq./l) .....	0,0
Bicarbonatos (meq./l) .....	2,2
Sílice (mg/l) .....	1,7
Dureza Total (°F) .....	45,6
N.NO <sub>3</sub> (µg-a/l) .....	340
N.NO <sub>2</sub> (µg-a/l) .....	10
P.PO <sub>4</sub> (µg-a/l) .....	85
D.Q.O. (MnO <sub>4</sub> K) (mg/l O <sub>2</sub> ) .....	6,5

En la Tabla III se registran los datos de pH, temperatura y conductividad a lo largo de un ciclo anual (1990-91), destacando los valores de pH, que varían en un rango de 7,38 a 9,50, con un valor medio de 8,65, lo que pone de manifiesto el carácter fundamentalmente básico del agua, explicable teniendo en cuenta que las muestras fueron tomadas siempre en la zona trofógena donde el desarrollo de una elevada actividad fotosintética está determinado por la presencia de abundante biomasa de fitoplancton durante la mayor parte del año; el dato correspondiente a 1984 también indica un valor básico en torno a 8,2.

Los valores de conductividad, que varían en un intervalo de 1042 a 1371 µS, con una media de 1269 µS, son propios de aguas con un grado de

mineralización como el descrito anteriormente; el valor de este parámetro fue superior en 1984 (1618µS).

Los datos de (DQO) correspondientes a 1984 y 1990 se sitúan dentro del intervalo (5-12 mg/l O<sub>2</sub>), que se estima propio de aguas oligosaprobias (MARGALEF, 1983), aunque posiblemente el valor de este parámetro puede aumentar durante el período de estiaje, como así ocurre en otras lagunas situadas en zonas próximas (VELASCO, 1992).

### Fitoplancton

Los datos de 1984 (Tabla IV) ya evidenciaban el marcado carácter eutrófico de esta laguna, con una concentración media de 70 mg/m<sup>3</sup> de clorofila «a» en la capa superficial de los tres primeros metros de agua, valor situado claramente por encima de la concentración límite de 25 mg/m<sup>3</sup> establecida por la OECD (1982) para aguas hipereutróficas. También se midieron niveles de hasta 300 mg/m<sup>3</sup> en la orilla Oeste, debido a la acumulación de algas que se produce en dicha orilla propiciada por los vientos dominantes de la zona. El elevado nivel trófico detectado en 1984 se mantenía durante 1990-91, llamando la atención la persistencia masiva de la cianoficea filamentosa *Planktothrix agardhii*.

De los cinco grupos de algas presentes en la laguna las cloroficeas son, con diferencia, las más importantes cuantitativamente, puesto que representan el 68,3% del total de individuos contados, siguiéndole en orden de importancia cianofíceas y diatomeas con 15,4 y 11,5%, respectivamente.

La especie más abundante, la cloroficea *Chlorella* sp., representa ella sola casi la tercera parte de los organismos fitoplanctónicos, siguiendo en importancia la cianoficea *Planktothrix agardhii* (15,4%), otras clorofíceas —*Oocystis* sp. (13,2%),

TABLA III  
CONDUCTIVIDAD, TEMPERATURA Y pH DE LA LAGUNA DE EL CAMPILLO (1990)

Parámetro	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
PH .....	9,07	9,09	9,05	9,50	9,46	9,03	8,92	7,60	7,38	8,87	8,02	7,84
T° °C .....	14,5	16,8	22,7	23,6	32	27,1	24,5	16	13	6,9	6,5	5,8
Conduct. (mS/cm)	1,24	1,23	1,25	1,35	1,36	1,36	1,37	1,15	1,33	1,28	1,26	1,04

*Monoraphidium* sp. (10,7%) y *Chlamydomonas* sp. (10,4%)— y la diatomea *Nitzschia acicularis* (10,2%).

### Rotíferos

La comunidad de rotíferos se compone de 43 especies y formas infraespecíficas de las que solo el 28% son planctónicas y el 72% restante béntico-litorales (Tabla V).

Las especies planctónicas que aparecen en mayor número de muestras (83%) son *Polyarthra dolichoptera* y *Pompholyx sulcata*, seguidas por *Keratella quadrata* y *K. cochlearis* presentes en un 50%. Por las estimaciones semicuantitativas realizadas, las especies más abundantes son: *K. cochlearis*, *P. dolichoptera*, *P. sulcata*, *Brachionus angularis* y *K. quadrata*.

*Lecanidae* y *Colurallidae* son las familias que reúnen mayor número de especies de rotíferos lito-

rales. En conjunto, la mayor parte de dichas especies están presentes de forma esporádica y sólo cinco de ellas aparecen de manera más o menos continuada a lo largo de los distintos muestreos: *Lecane closteroerca* (83%), *Bdelloidea* spp. (67%), *Brachionus quadridentatus* var. *cluniorbicularis* (50%), *Lecane bulla* y *L. luna* (42%). Las especies más abundantes según las estimaciones semicuantitativas realizadas fueron: *Bdelloidea* spp. y *B. quadridentatus* var. *cluniorbicularis*.

A partir del valor que como indicadores biológicos tienen los rotíferos (MAEMETS, 1983), la presencia de especies, cuantitativamente importantes, como *Brachionus* spp., *P. sulcata*, *K. quadrata* y *Filinia longiseta*, ésta última con una menor presencia, no hacen sino confirmar el elevado carácter eutrófico de la laguna, ya establecido también a partir de los altos niveles de biomasa de fitoplancton existentes.

TABLA IV  
FITOPLANCTON DE LA LAGUNA DE EL CAMPILLO (1984)

Densidad (Ind/ml)	0,5 m	1 m	2 m	3 m	Fre (%)
Chlorophyta.....					68,3
<i>Chlorella</i> sp. ....	11826	13217	11126	16206	30,1
<i>Actinastrum hantzschii</i> .....	125	125	125	125	0,3
<i>Chlamydomonas</i> sp. ....	5896	4406	3903	3865	10,4
<i>Monoraphidium</i> sp. ....	5320	3404	5104	4742	10,7
<i>Scenedesmus acutus</i> .....	1253	1614	1265	1614	3,3
<i>Scenedesmus denticulatus</i> .....	125	125	125	125	0,3
<i>Oocystis</i> sp. ....	5298	5781	5593	6295	13,2
<i>Chodatella</i> sp. ....	+	+	+	+	
<i>Coelastrum microsporum</i> .....	+	+	+	+	
<i>Pediastrum boryanum</i> .....	+	+	+	+	
Euglenophyta .....					2,4
<i>Euglena</i> sp. ....	692	1090	1068	1352	2,4
<i>Phacus longicauda</i> .....	+	+	+	+	
<i>Trachelomonas</i> sp. ....	+	+	+	+	
Pyrrhophyta .....					0,2
<i>Peridinium cinctum</i> .....	92	77	85	104	0,2
Cryptophyta .....					2,3
<i>Cryptomonas</i> sp. ....	1090	676	1003	1178	2,3
Chrysophyta .....					11,5
<i>Cyclotella</i> sp. ....	523	523	479	698	1,3
<i>Nitzschia acicularis</i> .....	5649	4006	4363	3798	10,2
<i>Nitzschia</i> (gr. <i>lanceolatae</i> ) .....	+	+	+	+	
Cyanophyta .....					15,4
<i>Planktothrix agardhii</i> .....	6941	5798	5402	8726	15,4
CLOROFILA «a» (mg.m <sup>-3</sup> ) .....	92	40	69	79	

(Fre): Frecuencia relativa (%) respecto del número total de individuos contados (174.461).

(+): Presencia esporádica.

TABLA V  
DINAMICA DE LA COMUNIDAD DE ROTIFEROS DE LA LAGUNA DE EL CAMPILLO (1990-91)

PLANCTONICOS	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
<b>Brachionidae</b>												
<i>Brachionus angularis angularis</i> .....				1			5	2	1			
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i> .....	5	5	2							2	1	4
<i>K. cochlearis</i> var. <i>secta</i> f. <i>tipica</i> .....			2	1								
<i>K. quadrata quadrata</i> .....							2	3	2	2	1	2
<b>Mytilinidae</b>												
<i>Mytilina mucronata mucronata</i> .....			1									
<b>Synchaetidae</b>												
<i>Polyarthra dolichoptera dolichoptera</i> .....	5	3			2	1	1	3	1	3	5	5
<i>P. remata</i> .....		1										
<i>Synchaeta grandis</i> .....												3
<i>S. cf. oblonga</i> .....												1
<i>S. sp.</i> .....											2	1
<b>Testudinellidae</b>												
<i>Pompholyx sulcata</i> .....	1	1			3	4	5	5	1	2	3	3
<b>Filiniidae</b>												
<i>Filinia longiseta longiseta</i> .....								3				
BENTICO-LITORALES	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
<b>Brachionidae</b>												
<i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i> .....										1		
<i>B. quadridentatus</i> var. <i>cluniorbicularis</i> .....				1	1	2	4	1	1			
<i>Notolca acuminata</i> .....										2		
<i>Platylas quadricornis</i> .....					1							
<b>Euchlanidae</b>												
<i>Euchlanis deflexa deflexa</i> .....	1											2
<i>E. dilatata dilatata</i> .....							2	1				
<b>Colurellidae</b>												
<i>Colurella adriatica adriatica</i> .....	2	1										1
<i>C. colurus</i> .....	1		1									
<i>C. obtusa obtusa</i> .....								1				
<i>Lepadella patella</i> f. <i>oblonga</i> .....										2	1	
<i>L. patella</i> f. <i>similis</i> .....					1							
<i>L. rhomboides rhomboides</i> .....									3	1	1	
<b>Lecanidae</b>												
<i>Lecane (M.) bulla bulla</i> .....				1	1	1	3	1				
<i>L. clara</i> .....												1
<i>L. (M.) closterocerca closterocerca</i> .....	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1
<i>L. (M.) hamata hamata</i> .....								1				
<i>L. luna luna</i> .....					1	1	3	1			1	
<i>L. lunaris lunaris</i> .....	2	1										
<i>L. lunaris</i> var. <i>constricta</i> .....		1	2									
<i>L. stichaea stichaea</i> .....									1			
<i>L. tenuiseta</i> .....									1			
<b>Proalidae</b>												
<i>Proales decipiens</i> .....					cf1		2	2				
<b>Notommatidae</b>												
<i>Cephalodella castellina</i> .....												1
<i>C. gibba</i> .....										1		
<i>C. gibba microdactyla</i> .....		1										
<i>C. cf. ventripes</i> .....											1	
<b>Testudinellidae</b>												
<i>Testudinella mucronata mucronata</i> .....		1										
<i>T. patina</i> f. <i>intermedia</i> .....	1	1										
<i>T. patina</i> f. <i>trilobata</i> .....		1										
<b>Bdelloidea spp.</b> .....					1	1	2	3	3	3	2	4
<i>Rotaria rotatoria</i> .....											3	

Apreciación semicuantitativa: 1=esporádica; 2=escasa; 3=relativamente abundante; 4=abundante; 5=muy abundante.

Desde el punto de vista del nivel de contaminación del agua (SLADECEK, 1985; SAMPATH *et al.*, 1979), es interesante constatar la presencia de bastantes especies Mesosaprobias —*B. angularis*, *P. sulcata*, *R. rotatoria*, *T. patina*, *P. quadricornis*— que pueden servir para complementar el diagnóstico de aguas oligosapróbi-

cas establecido a partir de los escasos datos disponibles de DQO.

Finalmente, hay que señalar que dos de las especies identificadas en la laguna, *Lecana clara* (Bryce, 1892) y *Proales decipiens* (Ehrb., 1831), ambas de carácter cosmopolita, son nuevas citas para España.

### SUMMARY

El Campillo Lake is a gravel-pit lake close to Madrid. From March 1990 to February 1991 some limnological features —rotifers and chemical parameters— were studied at monthly intervals throughout a year. Also chemical and phytoplankton data from 1984 are included.

### BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ *et al.* 1990: «Chemical limnology of a hypertrophic gravel-pit lake». *Anals. Limnol.*, 26(2-3): 97-108.
- ALVAREZ *et al.* 1992: «The seasonal productivity of phytoplankton in a hypertrophic gravel-pit lake». *J. Plankton Res.*, 14(7): 979-996.
- ALVAREZ *et al.* 1993: «Slow overturn in a gravel-pit lake». *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25: 83-87.
- ALVAREZ *et al.* 1994: «The time course of phytoplankton biomass and related limnological factors in shallow and deep lakes: a multivariate approach». *Hydrobiologia*, 275/276: 139-151.
- APHA 1980: *Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewaters*. 15th Ed. Washington DC.
- MAEMETS A. 1983: «Rotifers as indicators of lake types in Estonia». *Hydrobiologia*, 104: 357-361.
- MARGALEF R. 1983: *Limnología*. Ediciones Omega, S. A. 1010 pp.
- MARKER A. F. H. *et al.* 1980: «The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: conclusions and recommendations». *Arch. Hydrobiol. Beih., Ergebn. Limnol.*, 14: 91-106.
- MARTÍNEZ ALFARO P. E. 1974: *Estudio hidrogeológico del Cuaternario del río Manzanares desde la presa de El Pardo hasta su desembocadura en el río Jarama*. Tesis Doctoral. Fac. Geología Univ. Complutense de Madrid.
- MONTES C. y GONZÁLEZ BERNALDEZ F. 1990: *Evaluación del impacto ambiental y directrices para la gestión de los humedales españoles*. MOPTMA, 249 pp.
- OECD 1982: *Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control*. OECD, París, 154 pp.
- REBOLLO L. 1973: *Estudio hidrogeológico del Cuaternario de la cuenca del río Jarama*. Tesis Doctoral. Fac. Geología Univ. Complutense de Madrid.
- RENATUR S. A. 1982: *Inventario de las zonas húmedas de la provincia de Madrid*. Diputación Provincial de Madrid.
- SLADECEK V. 1985: «Scale of saprobity». *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22: 2337-2341.
- VELASCO J. L. 1992: «Composición y dinámica de la comunidad de rotíferos (*Rotatoria*) de la laguna de San Juan (Madrid)». *Ecología*, 6: 341-350.
- VELASCO J. L. 1993: «Comunidades de rotíferos de tres lagunas del sur de Madrid». *Actas VI Congreso Español de Limnología*, 191-197.