

III. ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

Ecología acuática de los humedales de la Comunidad de Madrid

Wetlands water ecology in the Autonomous Community of Madrid

Miguel ÁLVAREZ COBELAS¹, Javier GARCÍA-AVILÉS²

¹Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC)

malvarez@ccma.es

²Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid

ciam03@bio.ucm.es

Recibido: 3 de marzo de 2003

Aceptado: 7 de abril de 2003

RESUMEN

Los humedales son poco conocidos comparados con otros ambientes de la Naturaleza madrileña. Esta revisión es una introducción a la ecología de estos ecosistemas, donde se describen someramente los conocimientos actuales sobre ellos y se señalan las carencias de información. Los humedales madrileños comparten muchas características con los de clima semiárido y la mayoría no tiene alimentación fluvial superficial, por lo que en su funcionamiento son fundamentales las entradas de agua y materiales desde la atmósfera y los acuíferos subterráneos. Otra característica notable es su variedad tipológica y el gran número de ellos de origen artificial. La riqueza de especies es importante, pero todavía desconocida en gran parte. Faltan estudios cuantitativos sobre los humedales desde casi todos los puntos de vista de la ecología acuática. Y para ello es necesario dedicar mayores recursos, financieros, sobre todo, pero también de investigación.

PALABRAS CLAVE

Flujos
Biogeoquímica
Biodiversidad
Fósforo
Flora
Fauna
Estudios
futuros

RÉSUMÉ

Les lagunes et les zones humides en général, sont beaucoup moins connus que d'autres milieux de la nature madrilène. Cette révision est une introduction à l'écologie de ces écosystèmes, décrivant, d'une façon sommaire, l'état actuel des connaissances, en remarquant les manques d'information. Les zones humides de Madrid (Espagne) présentent de nombreuses caractéristiques en commun avec ceux des climats semi-arides et la grande majorité ne reçoit aucun apport fluvial superficiel, d'où l'importance pour son fonctionnement des entrées d'eau souterraine et d'eau et matériel de l'atmosphère. La variété typologique de ces espaces et l'origine artificielle de beaucoup d'entre eux, sont aussi des caractéristiques dignes d'attention. La richesse en espèces est aussi importante, cependant elle demeure encore en grande partie méconnue. De nombreuses études quantitatives à propos de l'écologie aquatique de ces zones humides se révèlent ainsi nécessaires. Il faut consacrer plus d'efforts en matière de recherche et, bien entendu, en matière de financement.

MOTS CLÉS

Ecologie
Recherche
Financement

ABSTRACT

Wetlands are less known than other Madrid (Spain) ecosystems. An overview on Madrid wetland ecology is outlined here, briefly reporting the current knowledge and the existing gaps of information. Madrid wetlands share many features with semiarid wetlands and most have no surface fluvial inlets. So their functioning depends upon water and matter inputs from the atmosphere and groundwaters. Another salient feature is their typological richness, and many of them are man-made ecosystems. Their species richness is surprising, albeit mostly unknown. Limnological quantitative studies on Madrid wetlands are almost lacking. Therefore, funding and more research effort are necessary to improve our knowledge on these interesting wetlands.

KEY WORDS

Ecology
Information
atmosphere
Ecosystems

SUMARIO 1. Introducción. 2. Antecedentes en el conomiento ecológico de los humedales madrileños. 3. Los humedales madrileños: sus tipos y su extensión. 4. La alimentación hídrica de los humedales madrileños. 5. La radiación solar en los humedales. 6. El contenido iónico y la contaminación de los humedales. 7. Los descomponedores en los humedales. 8. Productores primarios. 9. Productores secundarios. 10. Redes tróficas e ingenieros del ecosistema. 11. La sedimentación y la colmatación de los humedales. 12. Evolución de los humedales a largo plazo. 13. Conclusión. 14. Agradecimientos. 15. Referencias bibliográficas.

*El agua cantaba
su copla plebeya*
Antonio Machado

1. Introducción

Madrid es un territorio que, a pesar del efecto antrópico desmesurado de la capital, de las zonas residenciales del oeste y de las ciudades e industrias del este, aún conserva un buen puñado de ambientes naturales de elevado valor natural, paisajístico y estético. La sierra del Guadarrama, el monte del Pardo, las parameras margosas del sureste, los cursos altos de los valles fluviales son algunas de las zonas mejor conocidas y más apreciadas de la naturaleza madrileña (Fernández Galiano y Ramos Fernández, 1987). Las zonas húmedas de Madrid, sin embargo, no han tenido la atención que se merecen, quizá porque poca gente sepa que existen en número no despreciable. Cuando se habla de ambientes estancados en esta Comunidad Autónoma, la opinión más extendida es que lo sobresaliente son los embalses de abastecimiento del Canal de Isabel II, los estanques del Retiro y de la Casa de Campo, la laguna de Peñalara y el mar de Ontígola. Esta revisión pretende demostrar que –aparte de esos– hay otros mundos acuáticos estancados en Madrid, interesantes por derecho propio, plebeyos si hacemos caso a Machado, pero que vale la pena estudiar y conservar.

Nuestro propósito es poner de manifiesto brevemente los conocimientos de que disponemos sobre la ecología de las zonas húmedas madrileñas y—de paso—señalar las lagunas en su conocimiento científico. De acuerdo con Sanz Donaire (2000), los humedales son «zonas de la superficie terrestre que muestran propiedades debidas al agua», mientras que para González Bernáldez (1992), un humedal sería «una anomalía hídrica positiva del terreno de suficiente tamaño y duración como para poseer comunidades biológicas diferentes de las de su entorno y que no es ni lago ni río». No es nuestro propósito comparar las distintas definiciones de «humedal» (y, evidentemente, hay muchas más) para saber si los humedales madrileños se ajustan a ellas y en qué medida. A efectos prácticos, consideraremos «humedal» cualquier masa de agua estancada temporal o permanente de cualesquiera dimensiones y alimentada por flujos hídricos naturales. Esta definición nos permite excluir a los embalses de los humedales en sentido estricto, pues su dinámica hídrica está controlada por el ser humano. Así pues, el principal objetivo de esta revisión es describir sucintamente lo que se sabe y lo que no sobre las zonas húmedas madrileñas, descartando los embalses, cuyas oscilaciones acentuadas y tiempos de retención muy variables producen unos efectos importantísimos sobre el funcionamiento del medio, lo cual los hace muy diferentes de los humedales en sentido estricto. Esta revisión tampoco contemplará la génesis o la geología de los humedales madrileños. El núcleo de nuestro trabajo lo constituirán, entonces, las características físicas, químicas y biológicas—y las interacciones entre ellas—de los humedales de la Comunidad de Madrid.

2. Antecedentes en el conocimiento ecológico de los humedales madrileños

Son limitados. Celso Arévalo, precursor de la hidrobiología española (Casado, 1997), cuando trabaja en el Museo Nacional de Ciencias Naturales se interesa por la laguna de Peñalara y envía a la imprenta sendos estudios de carácter preliminar y divulgativo sobre ella, alertando sobre el interés de su fauna invertebrada (Arévalo, 1921, 1931). Paralelamente, la tesis doctoral y los trabajos anexos de Pedro González Guerrero (1927, 1929a, b) recogen la mención de algunas algas bentónicas presentes en las aguas estancadas del Guadarrama. Algo después, el zoólogo alemán Karl Viets (1930) publica datos sobre los ácaros acuáticos de la sierra del Guadarrama, recogidos a finales de la I Guerra Mundial. En los años '40 Ramón Margalef visita el circo de Peñalara y toma algunas muestras de organismos microscópicos con las que confecciona una sugestiva publicación sobre la vida en estos humedales (Margalef, 1949), que ha servido como referencia para conocer la evolución de dichos ecosistemas bajo la presión turística acaecida desde los años '70 del pasado siglo. Y es desde hace dos décadas, cuando los estudios hidrobiológicos y ecológicos sobre los humedales madrileños vienen desarrollándose de modo más continuado (García-Valdecasas, 1981; Álvarez Cobelas, 1982; Camacho, 1982; Fernández Lop, 1983; García-Valdecasas *et al.* 1984; Baltanás, 1985), siguiendo esforzadamente hasta la actualidad. Sin embargo, una buena parte de los estudios realizados en las últimas décadas no ha sido publicada, sino que se ha presentado

como informe técnico, tesina o tesis doctoral, con lo cual el conocimiento de sus resultados se ha visto muy restringido. Por todo ello, nos atrevemos a considerar la ecología de los humedales como la disciplina menos conocida de la Naturaleza madrileña, en la que queda mucho por hacer.

3. Los humedales madrileños: sus tipos y su extensión

A grandes rasgos, los humedales pueden clasificarse en dos tipos: artificiales y naturales. La extracción de materiales para la construcción de pueblos y ciudades ha generado un importante número de cavidades en el terreno durante las últimas décadas. Al norte de Madrid capital, esas cavidades se ubican fundamentalmente sobre granitos y pórfidos, mientras que al sur lo hacen sobre llanuras aluviales. En el primer caso, estaríamos hablando de canteras abandonadas; en el segundo, de graveras abandonadas. Su número es considerable (Tabla 1), va en aumento (compárense las 96 graveras en el Parque Regional del Sureste cita-

Tabla 1: Número provisional de humedales madrileños, compilado a partir de González Besteiro (1992), Montes (1993), Reguilón et al. (1993), García-Avilés (1994), Roblas y García-Avilés (1997), Toro y Granados (1998), Consejería de Medio Ambiente (2000) y Centro de Estudios Hidrográficos (2001)

Graveras y canteras	> 400
Embalses y diques	46
Ambientes alpinos (> 1.700 m)	242
Ambientes de descarga subterránea	5
Ambientes de recarga pluvial	110
Dolinas en «karst» yesífero	3
Lagunas endorreicas («playa-lakes»)	1
Meandros abandonados	3
Humedales deltaicos	1
Turberas	0,54 Ha

das en Montes, 1993, con las 268 del informe del Centro de Estudios Hidrográficos, 2001) y, una vez abandonadas por la actividad extractiva, son colonizadas con rapidez por animales y plantas, constituyéndose en zonas húmedas por derecho propio que paulatinamente van ganando valor natural, paisajístico y de recreo. En el norte de Europa (Norfolk Broads, UK; Loosdrechtse Plassen, Holanda) los ecosistemas producidos por la extracción de la turba se han transformado en fascinantes ambientes acuáticos en poco tiempo (Moss, 2001; van Liere & Gulati, 1992), y eso es lo que está aconteciendo con las canteras y graveras abandonadas de la Comunidad de Madrid.

Pero en Madrid también hay humedales naturales. Las lagunas y charcas alpinas de Peñalara y su entorno, las charcas de recarga pluvial de la rampa de la cuenca alta del Manzanares y de El Escorial (lagunas de Castrejón), los ecosistemas de descarga del sudoeste (lagunas de Cubas, balsas de Leganés), las dolinas yesíferas del sureste (lagunas de San Juan, Casasola y San Galindo), los meandros abandonados del río Jarama (Aldovea, Soto del Lugar), los humedales hipersalinos tipo- «playa» (Las Esteras), los humedales deltaicos (carrizal de Villamejor) y las pequeñas turberas del Guadarrama, son ejemplos que atestiguan la gran variedad de humedales naturales presente en esta Comunidad Autónoma.

Hay otra diferenciación posible entre los humedales madrileños y es la de lagos *versus* humedales propiamente dichos. En los primeros, más profundos y extensos, sería más importante el ambiente pelágico, con predominio de los organismos planctónicos. En los segundos, más someros, la comunidad dominante sería la de los seres bentónicos. La Figura 1 muestra que en el caso del Parque Regional del Sureste hay pocos lagos en comparación con los humedales porque, midiendo la extensión de la zona litoral frente a la pelágica, sólo en algo más de la décima parte de los casos esta última supera considerablemente a la litoral, es decir, predomina en ella el medio pelágico.

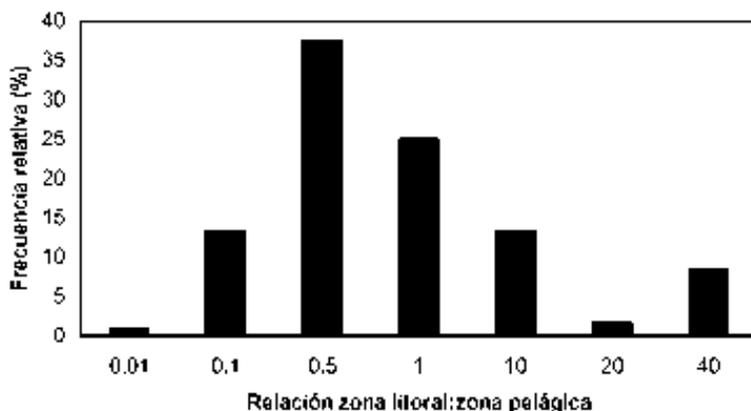


Figura 1. Relación entre área litoral y área pelágica en los humedales del Parque Regional del Sureste. *Grosso modo*, un cociente inferior a una décima sería típico de un lago, mientras que uno por encima de esa cifra correspondería a humedales en sentido estricto. Figura elaborada por José Antonio Domínguez a partir del trabajo del Centro de Estudios Hidrográficos (2001).

Por otra parte, la profundidad es una dimensión importante en muchos humedales porque, dependiendo de ella, se producen procesos de estratificación térmica, como sucede en muchas lagunas del Parque Regional del Sureste (Fig. 2), que influyen decisivamente sobre la química y la biología del humedal. La presencia de cubierta de hielo durante parte del año en la laguna de Peñalara genera una inversión térmica durante el invierno, lo cual es otro fenómeno de interés (Fig. 2). La acumulación en profundidad de la materia orgánica planctónica producida en las zonas

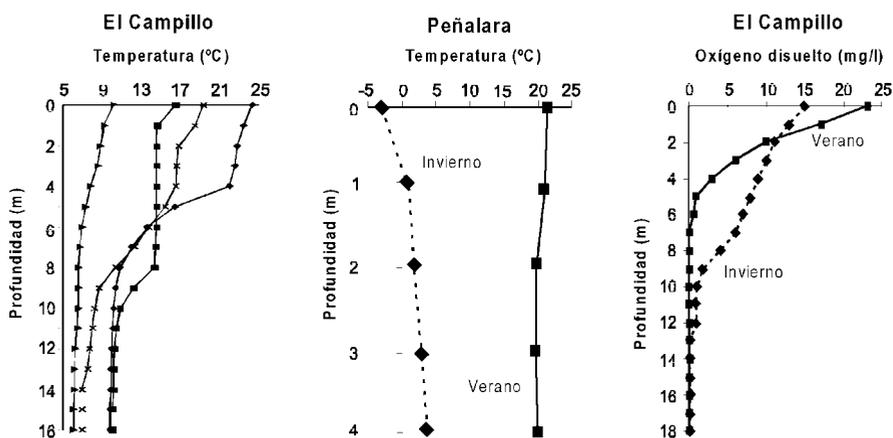


Figura 2. Algunos efectos de la profundidad sobre los humedales madrileños. La temperatura muestra estratificación estival en la laguna de El Campillo (Parque Regional del Sureste) y estratificación inversa –mayor temperatura en las zonas profundas– durante el invierno en Peñalara. La acumulación de la materia orgánica en las zonas profundas produce fenómenos de falta de oxígeno en lagunas como la de El Campillo, pero –al haber mayor producción en verano– el consumo de oxígeno en las capas profundas es mayor y la zona anóxica es de mayor espesor. Datos de Álvarez Cobelas et al. (2000) para El Campillo y de Toro y Granados (1998) para Peñalara.

iluminadas determina que algunos de los humedales presenten falta de oxígeno en sus zonas profundas, pero esa anoxia tiene un espesor variable dependiendo de la época del año (Fig. 2).

En general, la extensión de los humedales madrileños es pequeña. El más grande, la actual laguna de El Porcal, de origen artificial, apenas supera 1 km². Los humedales naturales de mayores dimensiones son el carrizal de Villamejor (37 Ha) y la laguna de San Juan (10,6 Ha; Consejería de Medio Ambiente, 2000). La extensión global de la superficie inundada en distintas zonas de la Comunidad de Madrid oscila desde las 2,47 Ha en el entorno de Peñalara (Toro y Granados, 1998) a las 411,13 Ha para el Parque Regional del Sureste (Roblas y García-Avilés 1997). En cualquier caso, esas cifras son suficientes para que en algunos humedales se den interesantes procesos de heterogeneidad horizontal del fitoplancton, como atestiguan las fotografías con sensores remotos desde un aeroplano procesadas por Domínguez Gómez (2002) para diversos lagos del Parque Regional del Sureste.

4. La alimentación hídrica de los humedales madrileños

La idea intuitiva de humedal asume que se alimenta de agua fluvial que le llega por superficie, fundamentalmente. Esto no es lo típico en los humedales madrileños, cuyas principales fuentes de alimentación hídrica son la lluvia (y, a veces, la nieve) y la surgencia de las aguas subterráneas. Muy rara vez, los humedales madrileños se ven alimentados por aguas fluviales; un ejemplo sería el carrizal de Villamejor, que recibe aguas del arroyo de Martín Román, en el extremo más meridional del Tajo madrileño. Son numerosísimos los humedales que se nutren

de agua procedente del acuífero aluvial (las lagunas del Parque Regional del Sureste; Himi, 2001) y bastantes menos aquéllos cuya alimentación proviene de la descarga del acuífero regional (los enclaves de Cubas y Leganés; González Besteiro, 1992). Los demás podrían tipificarse de ambientes de «recarga» porque parte del agua que albergan acaba infiltrándose en el suelo y recargando el acuífero subyacente.

Sucede, además, que muchos humedales madrileños se hallan en las proximidades de un cauce fluvial, el cual, no inundándolos directamente, también les aporta agua por vía subterránea; es el caso de los meandros abandonados del Jarama y de las múltiples graveras próximas al río (Himi, 2001). La alimentación de la mayoría de los humedales madrileños es, por tanto, atípica, como refleja la Figura 3.

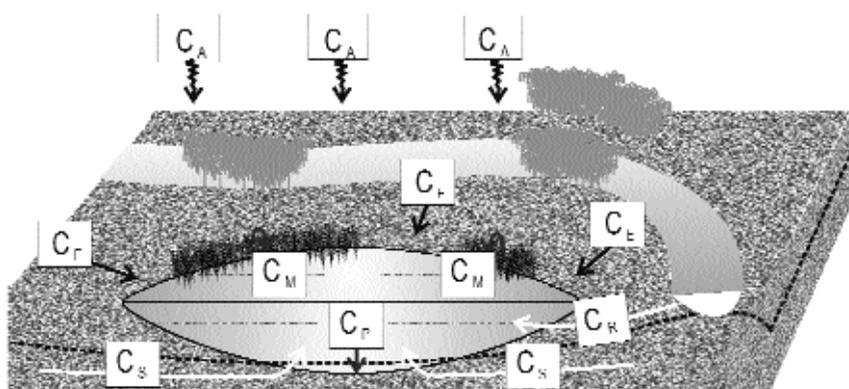


Figura 3. Un humedal madrileño característico recibe agua y materiales de la atmósfera (C_A), del río próximo por vía subterránea (C_R) y del acuífero subyacente (C_S) y rara vez le llega agua fluvial por vía superficial. Además, suelen recibir aportes de materiales por escorrentía desde los ecosistemas circundantes (C_E) y la mayor parte de la producción de materia orgánica que genera revierte a él al descomponerse (C_M); no se exportan los materiales fuera del humedal al no tener salida superficial, aunque en parte se acumulen en los sedimentos (C_P).

Los materiales principales que suministra la precipitación son iones de todas clases. Se han medido en Peñalara y en el Parque Regional del Sureste. En el primer lugar, mediante la nieve se deposita la misma cantidad de amonio que de ortofosfato (Toro y Montes, 1995). Esas concentraciones son 50 y 10 veces menores, aproximadamente, que las registradas en el entorno de la laguna de Las Madres (Álvarez Cobelas, datos inéditos; Fig. 4).

La concentración de sustancias en los acuíferos aluviales del Sureste es elevada, debido a la actividad agrícola y a los vertidos de las depuradoras. En los acuíferos se forman manchas localizadas de concentraciones variables de nitrato y ortofosfato que luego alimentarán a los humedales (Himi, 2001). La situación de dichas manchas en el acuífero varía estacionalmente, con el subsiguiente efecto de cambios frecuentes en las aportaciones de nutrientes a las lagunas situadas sobre el acuífero.

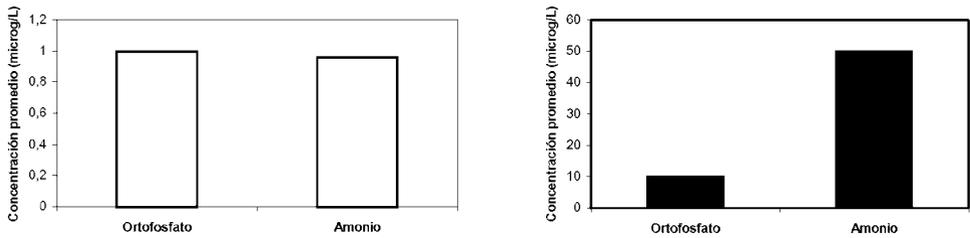


Figura 4. Deposición promedio de amonio y ortofosfato con el agua de nieve y lluvia sobre las lagunas de Peñalara (panel izquierdo) y Las Madres (panel derecho). Datos de Toro y Montes (1995) y de Álvarez Cobelas (no publicados).

En el funcionamiento de los humedales, por tanto, los flujos biogeoquímicos son fundamentales para entender su dinámica. Desgraciadamente, ésta es una de las asignaturas pendientes en el caso madrileño: nada se sabe cuantitativamente de dichos flujos.

5. La radiación solar en los humedales

En este apartado nos restringiremos a la luz solar y a su distribución en los humedales. La radiación ultravioleta no se ha estudiado en los humedales madrileños y la infrarroja (el calor y sus flujos) sólo lo ha sido en la laguna de El Porcal (Álvarez Cobelas, 1992), pero no en otros ambientes más someros.

La penetración de la luz en los humedales es variable, dependiendo del contenido en plancton y de las sustancias particuladas y disueltas (el color) presentes en el agua. Como ejemplo, en el Parque Regional del Sureste, la transparencia es máxima en las lagunas de Las Madres y Villafranca y mínima en las de El Porcal o San Martín de la Vega (Fig. 5). Pero la importancia de los factores responsables de la extinción luminosa varía. Así, en la laguna de El Campillo la

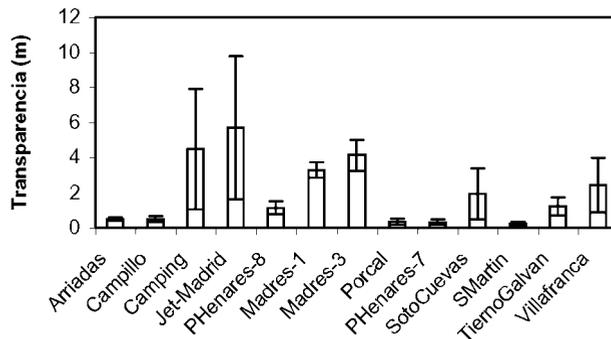


Figura 5. Transparencia del agua en algunas lagunas del Parque Regional del Sureste. Se ha medido en distintas ocasiones a lo largo del año, de ahí que se ofrezca la media y una desviación típica como medida de la variabilidad estacional. Datos de Álvarez Cobelas et al. (2000).

clorofila del plancton extingue la cuarta parte de la luz incidente, mientras que en Las Madres sólo elimina una décima parte del total; la primera laguna tiene más nutrientes y, por tanto, más plancton, lo cual se traduce en mayor extinción de la luz debida a aquél (Álvarez Cobelas, datos inéditos).

Hay otros aspectos de la distribución de la luz en los humedales aún por explorar. Por ejemplo, la descomposición del carrizo (*Phragmites australis*) aumenta considerablemente el contenido del agua en sustancias coloreadas, extinguiendo rápidamente la luz, que —de ese modo— no llega hasta el fondo del humedal, limitando así el crecimiento de los vegetales bentónicos. Pero estos aspectos no se han cuantificado aún en Madrid.

6. El contenido iónico y la contaminación de los humedales

La cantidad y proporción de sales depende en gran medida de la roca subyacente al lugar donde esté enclavado cada humedal. Así, en Peñalara se tienen salinidades bajísimas (unos 15 mg/L; Toro y Montes, 1995), mientras que los humedales del Sureste están alrededor de los 3000 mg/L (Álvarez Cobelas et al. 2000), alcanzándose los 140.000 mg/L en la laguna de Las Esteras (Consejería de Medio Ambiente, 2000). Las características iónicas de sus aguas difieren muchísimo: las de Peñalara son del tipo bicarbonatado sódico (Toro y Montes, 1995); las de la campiña de la cuenca alta del Manzanares, del bicarbonatado sódico-cálcico (García-Avilés, 1994); las del Parque del Sureste, del sulfatado sódico-cálcico (Álvarez Cobelas et al. 2000).

En cuanto a la eutrofización, es Peñalara el humedal con menos fósforo (0,007 mg/L), el menos eutrofizado, bastante por debajo de los del Parque Regional del Sureste, alguno de los cuales puede alcanzar más de 1 mg/L de fósforo, si bien la variabilidad estacional resulte muy elevada (Fig. 6). Siguiendo los criterios de la OCDE (1982), buena parte de los humedales madrileños estudiados pueden considerarse eutróficos (García-Avilés, 1994; Álvarez Cobelas et al., 2000), y los más oligotróficos se sitúan en las zonas altas de la Sierra de Guadarrama, como es el caso de Peñalara (Toro y Granados, 1998).

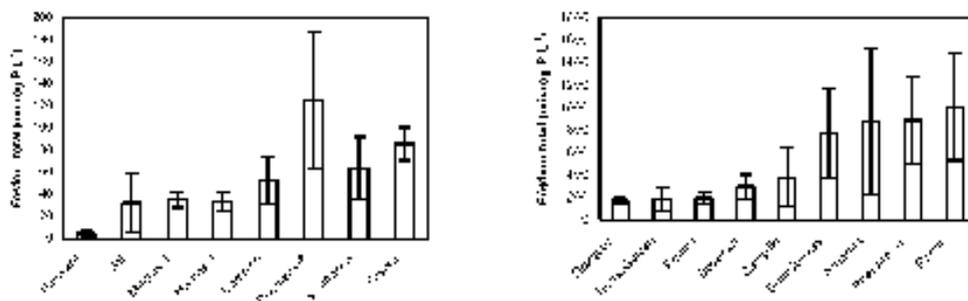


Figura 6. Promedios y variabilidades del fósforo total medidos en distintos humedales de Madrid; de una a otra gráfica hay un cambio de escala. Datos de Toro y Montes (1995) y Álvarez Cobelas et al. (2000).

El fósforo es el indicador universalmente reconocido para la eutrofia: a mayor fósforo, más eutrofia.

Por desgracia, existen otros tipos de contaminación que afectan a los humedales madrileños. Así, las actividades agrícolas en el entorno determinan que se encuentren cantidades apreciables de los pesticidas DDT y lindano en el sedimento de los humedales del Parque Regional del Sureste (Fernández *et al.*, 2000).

7. Los descomponedores en los humedales

Muy poco se conoce de ellos en los ambientes estancados de Madrid. Y resultan esenciales porque son los responsables de descomponer la materia orgánica, producida a menudo en grandes cantidades. Nada se sabe de protozoos ni del bucle microbiano pelágico, nada de taxonomía de los principales grupos bacterianos que pueblan las aguas ni de los importantes procesos en los que intervienen (nitrificación, desnitrificación, metanización, descomposición, etc.). Únicamente tenemos algunos datos sobre el ciclo estacional del bacterioplancton en dos lagunas del Parque Regional del Sureste: como es de prever, hay más bacterias en el lugar más eutrófico (la laguna de El Campillo) y en ambos el máximo de bacterias aparece asociado a las aguas más cálidas del verano (Fig. 7).

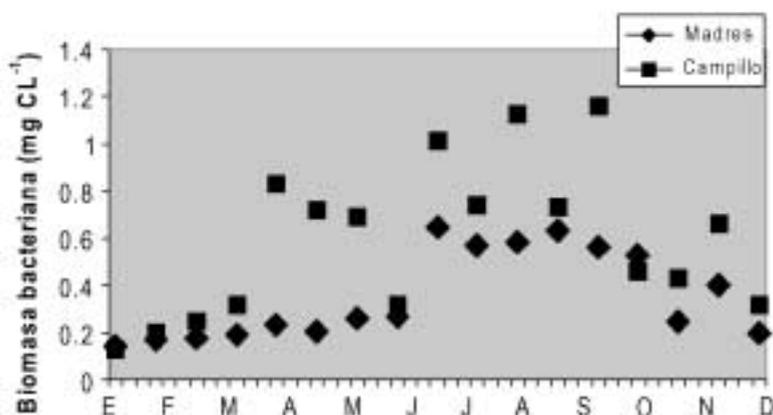


Figura 7. Biomasa total de bacterias en la zona pelágica las lagunas de El Campillo, hipertrófica, y Las Madres, mesotrófica, sitas en el Parque Regional del Sureste de Madrid en 1995. Datos inéditos.

8. Productores primarios

La composición de la flora del fitoplancton se conoce con más detalle para Peñalara y para el Parque Regional del Sureste que en otros ambientes madrileños. En el primer caso, predominan los dinoflagelados sin caparazón y las crisofíceas, mientras que en el segundo lo hacen las cianobacterias, las clorofíceas y los dinoflagelados con lóriga (Tabla 2). La biomasa del fitoplancton, medida por la concentración de la clorofila «a», es relativamente constante en

Peñalara, a excepción de algún máximo extemporáneo, y oscila mucho en el caso de la laguna de El Porcal (Parque Regional del Sureste, Fig. 8); la primera es oligotrófica y la segunda, hipertrófica.

Tabla 2: Principales especies del fitoplancton en Peñalara y en el Parque del Sureste. Datos de Toro y Montes (1995) y Álvarez Cobelas (datos inéditos)

Peñalara	
Invierno-Primavera	Verano
<i>Aulacoseira ambigua</i>	<i>Cryptomonas</i> spp.
<i>Dinobryon cylindricum</i>	<i>Gymnodinium uberrimum</i>
<i>Amphidinium elenkini</i>	<i>Peridinium umbonatum</i>
<i>Pedinomonas</i> sp.	
Parque del Sureste	
Invierno-Primavera	Verano
<i>Cyclotella</i> spp.	<i>Planktothrix agardhii</i>
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	<i>Limnothrix redekei</i>
<i>Fragilaria acus</i>	<i>Planctonema lauterbornii</i>
<i>Cryptomonas</i> spp.	<i>Chroococcales</i>

Sobre las algas bentónicas de los humedales, sólo hay datos taxonómicos para Peñalara y su entorno (González Guerrero, 1927; Margalef, 1949; Toro y Montes, 1995). Nada se sabe sobre su biomasa, su relación con los macrófitos o con los herbívoros.

La flora superior también se conoce imperfectamente. Hay recopilaciones (Cirujano et al. 1992), basadas en datos bibliográficos, que deberían actualizarse. Algunos enclaves, como las lagunas de Castrejón (El Escorial), parecen muy ricos en especies (Tabla 3). Nada se sabe tampoco de la fenología, la biomasa o los procesos que experimentan los macrófitos emergentes en los humedales madrileños (transpiración, producción, descomposición, etc.). La mayor consideración sobre la vegetación litoral se ha debido casi únicamente a los estudios en los que se considera como refugio para la avifauna (Federación de Amigos de la Tierra, 1991).

9. Productores secundarios

Este apartado acusa las mismas carencias que los anteriores. Lamentablemente, la fauna acuática de invertebrados de los humedales madrileños sigue siendo bastante desconocida; a excepción de la de Peñalara (Toro y Montes, 1995; Toro y Granados, 1998; Granados y Toro, 2000), no se conoce bien la composición de la mayor parte de los grupos taxonómicos en los demás humedales, con lo que es muy difícil realizar comparaciones con un mínimo de sentido. Los insectos probablemente sean el grupo de mayor diversidad, pero, a excepción de las libélulas, hay escasísima información faunística sobre ellos. Estas carencias son de lamentar porque,

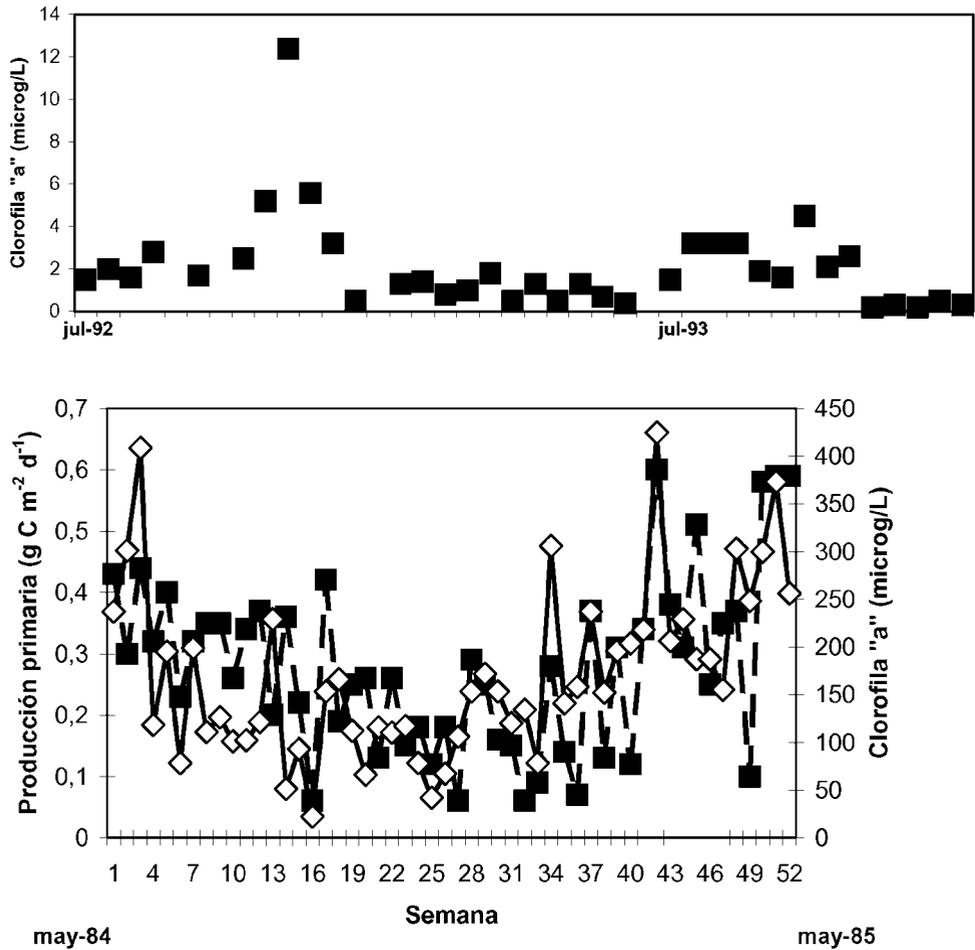


Figura 8. Concentración de clorofila «a» (cuadrados) en Peñalara (panel superior) y El Porcal (Parque Regional del Sureste, panel inferior) y producción primaria (rombos) del fitoplancton en El Porcal. Datos de Toro y Montes (1995) y Álvarez Cobelas et al. (1992).

cuando se hacen estudios pormenorizados, es frecuente constatar la presencia de nuevas especies a nivel regional o nacional; así, Velasco y García-Avilés (1998) detectan la presencia del rotífero *Keratella procurva*, de distribución tropical, y de otras tres especies nuevas para la fauna española en humedales del Parque de la Cuenca Alta del Manzanares y sus alrededores. Por lo tanto, un estudio detallado sobre la biodiversidad de los humedales madrileños aportaría, a buen seguro, un importante número de especies de gran rareza e interés faunístico y biogeográfico.

Los datos faunísticos disponibles (Fernández Lop, 1983; Toro y Granados, 1998; García-Avilés 2002a, b), representativos de la heterogeneidad espacial de la Comunidad de Madrid, nos han servido para comprobar dos hipótesis. En primer lugar, nos interesó saber si los gru-

Tabla 3: Macrófitos acuáticos sumergidos presentes en algunos humedales de Madrid. Datos de Gil (1991), Montes (1993), Reguilón et al. (1993), Toro y Granados (1998) y Álvarez Cobelas et al. (2000). El asterisco indica que se trata de plantas de interés nacional de acuerdo con los criterios de Cirujano et al (1992)

Peñalara	Castrejón	Parque del Sureste
<i>Nitella flexilis*</i>	<i>Chara braunii</i>	<i>Chara canescens</i>
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	<i>Chara globularis</i>	<i>Chara hispida</i>
<i>Fontinalis antipyretica</i>	<i>Nitella translucens</i>	<i>Chara vulgaris</i>
<i>Sphagnum denticulatum</i>	<i>Isoetes velatum</i>	<i>Tolypella glomerata</i>
<i>Callitriche brutia</i>	<i>Callitriche brutia</i>	<i>Riella helicophylla</i>
<i>Utricularia minor</i>	<i>Lemna minor</i>	<i>Riella notarisii*</i>
	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>
	<i>Polygonum amphibium</i>	<i>Lemna minor</i>
	<i>Potamogeton gramineum</i>	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
	<i>Potamogeton natans</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>
	<i>Potamogeton trichoides</i>	<i>Najas marina</i>
	<i>Ranunculus hederaceus</i>	<i>Potamogeton crispus</i>
	<i>Ranunculus peltatus</i>	<i>Ranunculus peltatus</i>
	<i>Utricularia australis</i>	

pos de insectos estudiados (Coleópteros, Heterópteros y Odonatos) presentaban mayor riqueza de especies en los medios permanentes que en los temporales, como cabría esperar. En segundo lugar, intentamos comprobar si los medios situados a mayor altitud limitan el número de especies al tener unas condiciones ambientales más estrictas. Usando un «test» no paramétrico de la U al nivel de probabilidad del 0,05, ambas hipótesis fueron rechazadas, es decir, ni la temporalidad ni la altitud parecen limitar la riqueza específica de estos grupos de insectos en los humedales madrileños. Otros factores, tales como la contaminación o la estructura física del hábitat, sobre todo en los medios artificiales, parecen ser los responsables principales de la mayor o menor biodiversidad presente en estos ambientes (García-Avilés, 2002a, b).

La información sobre los ciclos anuales de densidad de las poblaciones es igualmente escasa. Para los crustáceos de una charca del puerto de La Morcuera, existen datos pormenorizados en el trabajo de Baltanás (1985). En la laguna de Las Madres, en el Parque Regional del Sureste, se ha observado una interesante distribución estacional: los rotíferos y el Cladócero *Daphnia longispina* presentan su máximo inmediatamente antes del comienzo de la primavera, *Ceriodaphnia reticulata* lo hace durante la primavera propiamente dicha y los copépodos *Arctodiaptomus salinus* y *Tropocyclops prasinus* muestran máximos estivales (Fig. 9).

La distribución de la fauna acuática de los Vertebrados se conoce mejor (Tabla 4) que la de los Invertebrados, pero prácticamente nada se sabe de su demografía, producción, biomasa o influencia sobre los humedales.

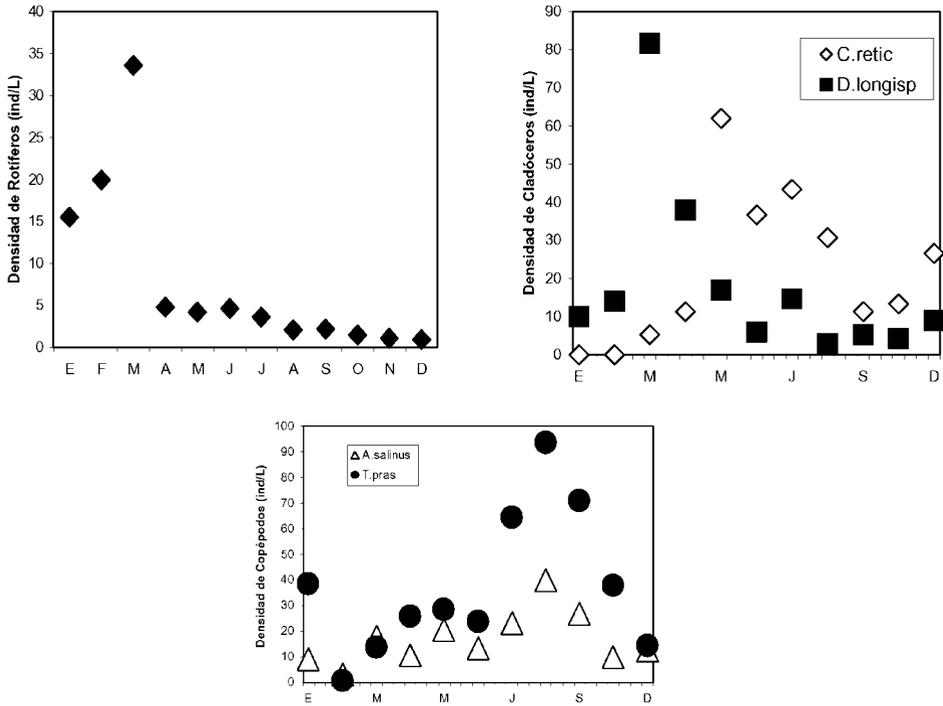


Figura 9. Distribución estacional de la densidad del zooplancton en la laguna de Las Madres durante 1992. Datos de José Luis Velasco y Angel Baltanás (inéditos).

10. Redes tróficas e ingenieros del ecosistema

Los datos disponibles indican que los humedales madrileños tienen redes tróficas complejas, pero éstas apenas se han estudiado. De hecho, los estudios multivariantes sobre los ambientes de la cuenca alta del Manzanares y del Parque del Sureste (García-Avilés 1994, Montes, 1993) indican que la mineralización del agua y la eutrofia explican sólo alrededor de la mitad de la variabilidad encontrada. La otra mitad de la explicación sería debida verosímelmente a las interacciones entre los organismos, es decir, a las redes tróficas. De ahí, la importancia de su estudio. En las lagunas del Parque Regional del Sureste, la presencia de peces ictiófagos favorece el aumento de la biomasa de Crustáceos Cladóceros, pero este efecto no redundaría en la disminución de la biomasa de fitoplankton, como cabría esperar (Álvarez Cobelas et al., en prensa). Y en la laguna de Peñalara se ha observado que la exclusión de la trucha de montaña, *Salvelinus fontinalis*, puede favorecer el crecimiento de Coleópteros, Tricópteros, Moluscos y otros invertebrados litorales, aumentando así la diversidad de estos grupos (Granados y Toro, 2000), pero no afecta al zooplancton ni a los Oligoquetos.

Por otro lado, el carrizo —que constituye la orla litoral de la mayor parte de los humedales madrileños— actúa como un verdadero «ingeniero del ecosistema» (Jones et al., 1997), es decir, como un organismo cuya actividad condiciona físicamente en gran medida el hábitat donde vive

Tabla 4: Especies de peces y anfibios en Peñalara y en el Parque Regional del Sureste. Datos de García-Avilés et al. (1999), Granados y Toro (2000) y Martínez Solano et al. (2000)

	Peñalara	Parque del Sureste
Peces	<i>Salvelinus fontinalis</i>	<i>Barbus comiza</i> <i>Barbus bocagei</i> <i>Rutilus arcasii</i> <i>Micropterus salmoides</i> <i>Chondrostoma polylepis</i> <i>Leuciscus pyrenaicus</i> <i>Tropidophoxinellus alburnoides</i> <i>Cyprinus carpio</i> <i>Carassius auratus</i> <i>Esox lucius</i> <i>Gambusia holbrooki</i> <i>Ictalurus melas</i> <i>Lepomis gibbosus</i> <i>Tinca tinca</i> <i>Oncorhynchus mykiss</i>
Anfibios	<i>Alytes obstetricans</i> <i>Bufo bufo</i> <i>Bufo calamita</i> <i>Discoglossus galganoi</i> <i>Hyla arborea</i> <i>Rana iberica</i> <i>Rana perezi</i> <i>Salamandra salamandra</i> <i>Triturus alpestris</i> <i>Triturus marmoratus</i>	<i>Bufo bufo</i> <i>Bufo calamita</i> <i>Discoglossus galganoi</i> <i>Pelobates cultripes</i> <i>Pelodytes punctatus</i> <i>Hyla arborea</i> <i>Rana perezi</i> <i>Pleurodeles waltl</i> <i>Triturus marmoratus</i>

y a las demás especies. La planta, de colonización muy rápida en el litoral de los humedales del Parque Regional del Sureste (Fig. 10), sirve de refugio a gran parte de la fauna de dichos humedales, condiciona el color del agua y aumenta los nutrientes de la misma al descomponerse, transpira con tasas importantes, reduciendo así la cantidad del agua en los humedales, etc.

11. La sedimentación y la colmatación de los humedales

Un problema habitual que tienen los humedales es que la sedimentación puede acabar con ellos en un plazo relativamente corto a escala geológica. El exceso de materia orgánica que no sale del ecosistema porque es cerrado, como ya hemos visto, y determinados efectos de la afluencia de visitantes suelen incrementar mucho la acumulación de sedimentos que van colmatando el humedal. Este proceso es patente en los humedales del Parque del Sureste (Álvarez

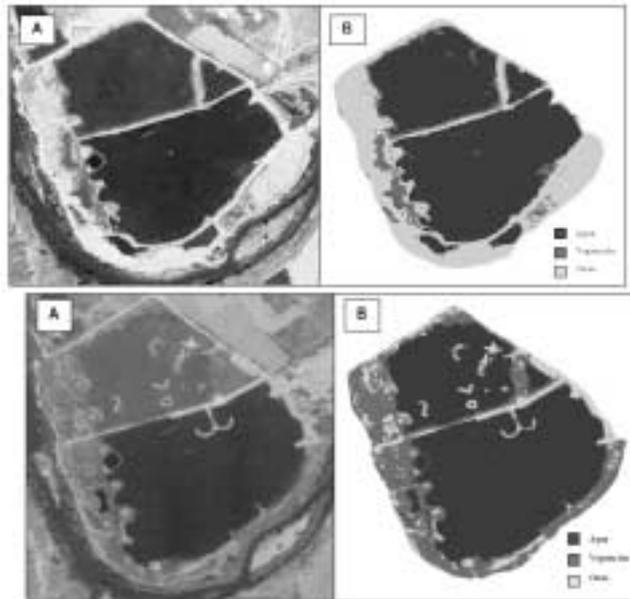


Figura 10. Evolución de la colonización del carrizo, *Phragmites australis*, en la colonización del litoral de una laguna de grava en el entorno de Velilla de San Antonio. Entre una imagen y otra han transcurrido sólo cinco años (Roblas y García-Avilés, 2001).

Cobelas, datos propios) y en Peñalara. Allí, Granados et al. (2002) han descubierto que la sedimentación ha aumentado mucho desde la década de 1970 al incrementarse el flujo de excursionistas; las actividades de éstos en el entorno facilitan la erosión que, con la precipitación intensa, dirige los materiales externos hacia la cubeta del lago (Fig. 11). En ambas zonas geo-

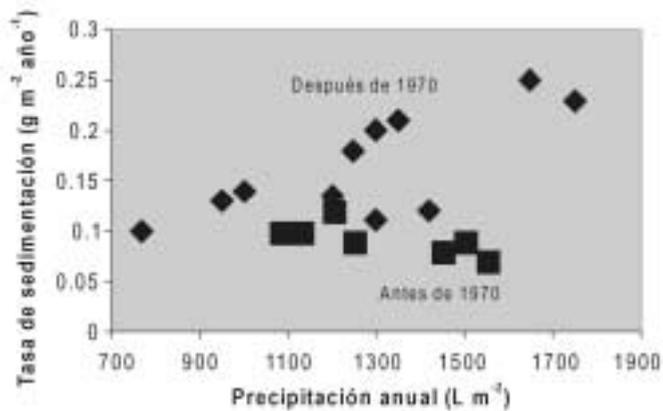


Figura 11. Tasas de sedimentación en Peñalara en relación con el flujo de visitantes y la precipitación. Datos de Granados et al. (2002).

gráficas, los máximos de sedimentación tienen lugar en verano, bien por la afluencia de visitantes (Granados et al., 2002), bien por los «blooms» planctónicos que luego sedimentan (Álvarez Cobelas, datos inéditos).

12. Evolución de los humedales a largo plazo

Tampoco se han llevado a cabo estudios paleolimnológicos sobre los humedales madrileños, a excepción de los de Toro et al. (1993) en Peñalara, quienes analizan y datan un testigo de sedimento desde principios del siglo XX hasta la fecha. En su trabajo se puede observar cómo la utilización masiva de carbón en las calefacciones, a partir de 1960, se refleja en su deposición sedimentaria en la laguna (Fig. 12).

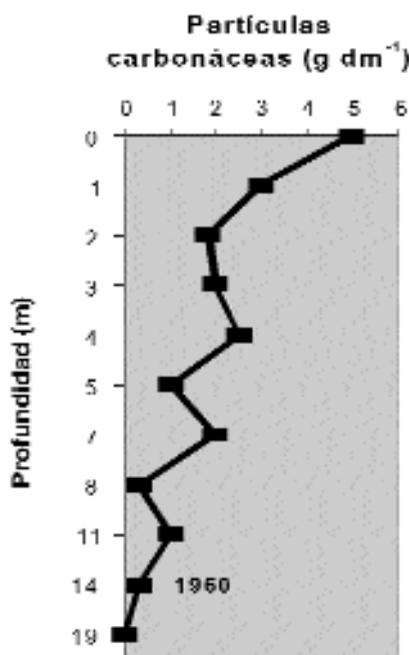


Figura 12. Concentración de las partículas de carbón en los sedimentos de Peñalara. Datos de Toro et al. (1993).

En cualquier caso, las pautas de evolución precisan ser estudiadas a largo plazo para poder dilucidarse, pues las escalas temporales cortas no ofrecen tendencias fácilmente discernibles, como atestiguan nuestros estudios mensuales durante una década en el humedal de Las Madres (Parque Regional del Sureste, Fig. 13).

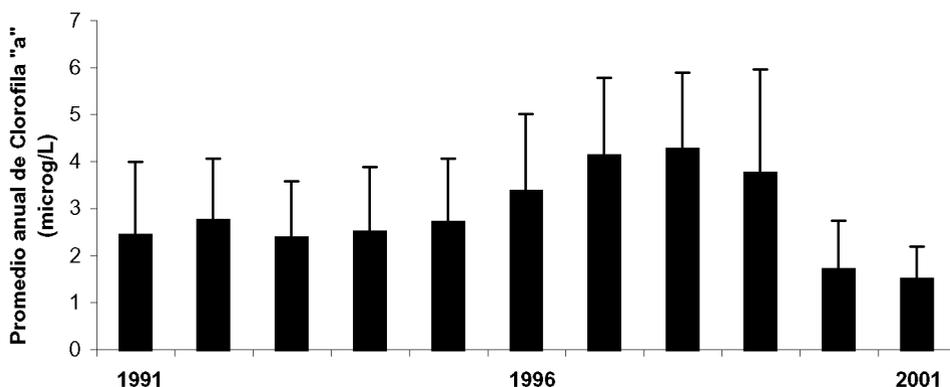


Figura 13. Evolución temporal anual de la clorofila «a» en la laguna de Las Madres durante el decenio 1991-2001, indicando la variabilidad (barritas en forma de «T»). Esta variable es un indicador de la biomasa del fitoplancton que puede acusar los procesos de eutrofia. Como se puede apreciar, no hay una tendencia clara.

13. Conclusiones

Los humedales madrileños son muy variados y poco conocidos. Lagos de montaña y valle, carrizales, lagunas tipo-«playa», meandros abandonados, dolinas en yesos, ambientes de descarga, se reparten por el territorio y enriquecen su Naturaleza. Su alimentación hídrica y los flujos biogeoquímicos que los sustentan son los típicos de las zonas semiáridas. Su biodiversidad puede ser alta y los procesos ecológicos, muy interesantes. Sin embargo, aún se conoce relativamente poco de los humedales madrileños. Faltan numerosos datos sobre la riqueza florística y faunística y sobre los procesos ambientales que experimentan y que pueden modificarse sustancialmente por efecto del cambio climático. La causa de este desconocimiento es compleja: a la escasa demanda ciudadana encaminada al estudio y conservación de estos medios, se añade la escasez de recursos económicos y cierto desinterés científico por estudiar unos ambientes que generalmente son pequeños y poco espectaculares, pero que albergan en sus aguas unas comunidades biológicas interesantes y presentan unas tipologías y características ecológicas muy variadas.

14. Agradecimientos

José Antonio Domínguez Gómez, Youssef Himi y Neftalí Roblas nos han ayudado muchísimo a conocer los humedales madrileños. Si Madrid fuera un paraje más humano, hace tiempo que ellos tendrían trabajo o un futuro más seguro estudiando y protegiendo sus humedales. Palmira Riolobos, Salvador Sánchez Carrillo, José Antonio Domínguez y Youssef Himi han elaborado algunas de las figuras presentadas aquí. Palmira Riolobos ha editado el manuscrito. Las opiniones y los yerros, no obstante, son exclusivamente nuestros.

15. Referencias bibliográficas

ÁLVAREZ COBELAS, M.

- 1982 Las algas de una charca ganadera temporal: su sucesión en relación con los factores ambientales. *Collectanea Botanica* 13: 709-722.
- 1992 Temperature and heat in a hypertrophic, gravel-pit lake. *Archiv für Hydrobiologie* 125: 279-294.

ÁLVAREZ COBELAS, M., HAERING, F. J., VELASCO, J. L. & RUBIO, A.

- 1992 The seasonal productivity of phytoplankton in a hypertrophic, gravel-pit lake. *Journal of Plankton Research* 14: 979-995.

ÁLVAREZ COBELAS, M., GARCÍA-AVILÉS, J. y ORTEGA MAYAGOTIA, E.

- 2004 El plancton de las lagunas de gravera y el fósforo: el enriquecimiento de las paradojas. *Limnetica* (en prensa).

ÁLVAREZ COBELAS, M., RIOLOBOS, P., HIMI, Y., SÁNCHEZ CARRILLO, S., GARCÍA-AVILÉS, J. y HIDALGO ZAMORA, J.

- 2000 *Estudio físico-químico de los ambientes estancados del Parque Regional del Sureste de la Comunidad de Madrid*. Serie Documentos n.º 29. Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid. 67 pp. + anexos.

ARÉVALO, C.

- 1921 Larvas planctónicas de Arquípteros de la laguna de Peñalara. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural, tomo extraordinario del 50º aniversario*: 169-172.
- 1931 Los monstruos de la laguna de Peñalara. *Cultura Segoviana* 1: 19-22.

BALTANÁS, J. A.

- 1985 *Variación temporal de la fauna de invertebrados de una charca temporal, con especial referencia a las taxocenosis de Crustáceos*. Tesina de Licenciatura, Universidad Autónoma, Madrid. 192 pp.

CAMACHO, A. I.

- 1982 *El medio lenítico temporal en la sierra del Guadarrama, con especial referencia a la fauna de hidracnelas*. Tesina de Licenciatura, Universidad Autónoma, Madrid. 315 pp.

CASADO, S.

- 1997 *Los primeros pasos de la ecología en España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 530 pp.

CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS

- 2001 *Cartografía temática de ecosistemas leníticos del Parque Regional del Sureste (Madrid) por teledetección aerotransportada*. Informe CEDEX 44-501-5-012, Ministerio de Fomento, Madrid. 103 pp. + anexos.

CIRUJANO, S., VELAYOS, M., CASTILLA, F. y GIL, M.

- 1992 *Criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles (Península Ibérica y las Islas Baleares)*. ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 456 pp.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

- 2000 *Plan de actuaciones sobre los humedales catalogados de la Comunidad de Madrid*. Informe de la Comunidad de Madrid. 163 pp. + anejos.

DOMINGUEZ GÓMEZ, J. A.

- 2002 *Estudio de la calidad del agua de las lagunas de gravera por teledetección*. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid. 461 pp.

FEDERACIÓN DE AMIGOS DE LA TIERRA

- 1991 *Inventario y propuestas de conservación de los carrizales madrileños*. Agencia de Medio Ambiente, Madrid. 132 pp.

FERNÁNDEZ, M., CUESTA, S., JIMÉNEZ, O., GARCÍA, M. A., HERNÁNDEZ, L. M., MARINA, M. L. & GONZÁLEZ, M. J.

- 2000 Organochlorine and heavy metal residues in the water/sediment system of the Southeast Regional Park in Madrid, Spain. *Chemosphere* 41: 801-812.

FERNÁNDEZ GALIANO, E. y RAMOS FERNÁNDEZ, A. (eds.)

- 1987 *La naturaleza en Madrid*. Consejería de Agricultura y Ganadería, Comunidad Autónoma de Madrid. 301 pp.

FERNÁNDEZ LOP, A.

- 1983 *Estudio de la biocenosis de macroinvertebrados en las pequeñas masas de agua de la sierra de Guadarrama*. Tesina de Licenciatura, Universidad Complutense, Madrid. 150 pp. + apéndices.

GARCÍA-AVILÉS, J.

- 1994 *Ecosistemas acuáticos leníticos del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. Inventario y tipificación*. Serie Documentos n.º 13. Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid. 111 pp. + anexos.

- 2002a *Biodiversidad de los humedales del Parque Regional del Sureste. II. Libélulas*. Serie Documentos n.º 36. Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid. 60 pp.

- 2002b *Biodiversidad de los humedales del Parque Regional del Sureste. III. Heterópteros acuáticos*. Serie Documentos n.º 37. Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid. 62 pp.

GARCÍA-AVILÉS, J., ROBLAS, N. y HIDALGO, J.

- 1999 *Biodiversidad de los humedales del Parque Regional del Sureste. I. Vertebrados acuáticos*. Serie Documentos n.º 28. Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid. 65 pp.

GARCÍA-VALDECASAS, A.

- 1981 *Las hidracnelas de la sierra del Guadarrama. Taxonomía, distribución y ecología*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense, Madrid. 532 pp.

GARCÍA-VALDECASAS, A., FERNÁNDEZ LOP, A. & CAMACHO, A. I.

- 1984 Recurrence and equilibrium of temporal ponds of a mountain range in Central Spain. *Archiv für Hydrobiologie* 102: 43-51.

GIL, M.

- 1991 Notas sobre plantas acuáticas madrileñas, I. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 49: 292-293.

GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.

- 1992 *Los paisajes del agua. Terminología popular de los humedales*. J. M. Reyero editor, Madrid. 216 pp.

GONZÁLEZ BESTEIRO, A.

- 1992 *Limnología de las formaciones palustres situadas sobre el acuífero de Madrid. Análisis de las relaciones entre aguas superficiales y aguas subterráneas.* Tesis Doctoral, Universidad Autónoma, Madrid. 334 pp. + apéndices.

GONZÁLEZ GUERRERO, P.

- 1927 Contribución al estudio de las algas y esquizofitas de España. *Trabajo del Museo Nacional de Ciencias Naturales, serie Botánica* 22: 1-52.
- 1929a Nuevos datos del plancton hispano-marroquí (agua dulce). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 29: 251-254.
- 1929b De la ficoflora hispano-marroquí (agua dulce). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 29: 361-364.

GRANADOS, I. y TORO, M.

- 2000 Limnología en el Parque Natural de Peñalara: nuevas aportaciones y perspectivas de futuro. *Segundas Jornadas Científicas del Parque Natural de Peñalara y del Valle de El Paular*: 55-72.

GRANADOS, I., TORO, M., ROBLES, S., RODRÍGUEZ, J. M., GUERRERO, M. C. y MONTES, C.

- 2002 La paleolimnología como fuente de información ambiental: ejemplos de las lagunas de alta montaña del Sistema Central. *Terceras Jornadas Científicas del Parque Natural de Peñalara y del Valle de El Paular*: 17-31.

HIMI, Y.

- 2001 *Hidrología y contaminación acuática en el Parque Regional del Sureste de la Comunidad Autónoma de Madrid.* Tesis Doctoral, Universidad Complutense, Madrid. 304 pp. + anexos.

JONES, C. G., LAWTON, J. H. & SHACHAK, M.

- 1997 Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78: 1946-1957.

VAN LIERE, L. & GULATI, R. (eds.)

- 1992 *Restoration and recovery of shallow eutrophic lake ecosystems in The Netherlands.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 287 pp.

MARGALEF, R.

- 1949 Datos para la hidrobiología de la sierra de Guadarrama. *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada de Barcelona* 6: 5-21.

MARTÍNEZ-SOLANO, I., GARCÍA-PARIS, M. y BOSCH, J.

- 2002 Los anfibios de Peñalara: evaluación de su estado de conservación y bases para su gestión. *Terceras Jornadas Científicas del Parque Natural de Peñalara y del Valle de El Paular*: 53-64.

MONTES, C. (Director)

- 1993 *Estudio de los valores ambientales existentes en las láminas de agua generadas por actividades extractivas en la Comunidad de Madrid.* Informe para la Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 4 vols. + apéndices. Universidad Autónoma de Madrid.

MOSS, B.

- 2001 *The Broads. The people's wetland.* Harper and Collins Publishers, London. 392 pp.

OCDE

1982 *Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte*. Paris. 152 pp.

REGUILÓN, J. L., MARTÍNEZ, R. y PIZARRO, J.

1993 *El libro verde de El Escorial. Zonas húmedas*. Escritos Escorialenses. Ayuntamiento de El Escorial. 197 pp.

ROBLAS, N. y GARCÍA-AVILÉS, J.

1997 *Valoración ambiental y caracterización de los ecosistemas acuáticos leníticos del Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama*. Serie Documentos n.º 24. Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid. 128 pp.

2001 *Procesos y pautas de colonización de la vegetación helófito y de ribera en las lagunas de gravera del «Parque del Sureste»*. Informe Técnico CIAM/1719. Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid. 172 pp.

SANZ DONAIRE, J. J.

2000 Descriptive and functional wetland typology and classification. *Observatorio Medioambiental* 3: 311-339.

TORO, M. y MONTES, C.

1995 *Bases limnológicas para la gestión del sistema lagunar del Parque Natural de la Cumbre, Circo y lagunas de Peñalara*. Informe técnico del Departamento de Ecología para la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional de la Comunidad Autónoma de Madrid. 206 pp.

TORO, M. y GRANADOS, I.

1998 *Inventario, cartografía y caracterización de las charcas y lagunas del Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara*. Informe técnico del Departamento de Ecología para la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional de la Comunidad Autónoma de Madrid. 101 pp.

TORO, M., FLOWER, R. J., ROSE, N. & STEVENSON, A. C.

1993 The sedimentary record history in a high mountain lake in central Spain. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Limnologie* 25: 1108-1112.

VELASCO, J. L. y GARCÍA-AVILÉS, J.

1998 Rotíferos del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, Madrid: Abundancia y distribución. *Ecología* 12: 459-473.

VIETS, K.

1930 Zur Kenntnis der Hydracarina-Fauna Spaniens. *Archiv für Hydrobiologie* 21: 175-240, 359-446.