

DISTRIBUCIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE MACRÓFITOS ACUÁTICOS EN EL LAGO DE L'ALBUFERA DE VALENCIA

ANTECEDENTES

El Parque Natural de l'Albufera de Valencia, situado entre los ríos Júcar y Turia tiene una superficie de 21.120 ha, de las cuales 2.720 ha corresponden l'Albufera, laguna litoral somera con una profundidad media de 90 cm, separada del mar por la restinga arenosa de la Devesa, y comunicada con éste por medio de tres canales o "goles" (Perelló, Perellonet y Pujol Nou). Posee una serie de islas o "mates" colonizadas por vegetación palustre, distribuidas por todo el lago que ocupan en conjunto una superficie de 287 ha, el resto 2.433 ha son aguas libres.

L'Albufera se encontraba todavía en buen estado ecológico hasta bien entrada la década de 1960. La transparencia de las aguas debida a la abundancia y calidad de los caudales que la alimentaban, junto con la escasa profundidad, permitían el desarrollo de espesas praderías de vegetación sumergida que llegaron a ocupar la mayor parte de la laguna. Aparecen densas formaciones de macrófitos acuáticos y algas (géneros *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Potamogeton* y *Charas*, entre otros), conocidos como "brossars", "asprellars", "barrellars", etc. ocupando cerca de las dos terceras partes de la superficie del lago, dominando ampliamente todo el sector occidental del mismo, tal como se desprende de la observación de los fotogramas aéreos del vuelo americano de 1956 y de abundantes testimonios.



Figura 1.- l'Albufera. Vista aérea del año 1956. Se observan manchas de macrófitos ocupando gran parte del lago junto a las "mates".



Figura 2. Vista de lago de l'Albufera donde se ve gran parte de la superficie cubierta de macrófitos, Principios del siglo XX.

A principios de la década de 1970 el lago evoluciona rápidamente hacia un estado de máxima eutrofia, consecuencia de la degradación del agua por contaminación industrial, agrícola y vertidos urbanos, que se traduce en una desmesurada proliferación de cianobacterias y en un gran aumento de la turbidez, que limitan el paso de la luz a unos pocos centímetros más allá de la superficie. En estas condiciones, la vegetación acuática, sin posibilidades de captar la radiación solar que necesitan para llevar a cabo la fotosíntesis y debilitados por los plaguicidas, entran en regresión, desapareciendo totalmente del lago.

Por otra parte, al desaparecer la vegetación acuática también desaparece su efecto protector, de modo que, al contrario que antaño, con vientos fuertes se generan oleajes de elevado poder erosivo que han reducido las matas considerablemente.

Con la declaración el 8 de julio de 1986 del Parque Natural de l'Albufera de Valencia comienza un largo proceso de restauración que continua en la actualidad, iniciándose la recuperación de la calidad del medio acuático a través del establecimiento de infraestructuras de saneamiento.

Con el paso de los años, se ha observado la aparición paulatina de algunas matas de diferentes especies de macrófitos en el lago, sobre todo en las desembocaduras de las principales acequias y canales que desembocan en él. El fenómeno ocurre durante el otoño y continúa hasta el invierno probablemente favorecido por la aparición de las llamadas "fases claras" del lago y por la parada del cultivo del arroz. En cuanto llega la primavera y se reinicia el cultivo en el arrozal, las plantas desaparecen prácticamente por completo, excepto en escasos puntos periféricos del lago.

Durante la década de los 80 diferentes autores como Margalef en 1981¹ o Carretero & Boira en 1989² citan especies de macrófitos como *Ceratophyllum demersum*, *Ceratophyllum submersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton nodosus* y *Potamogeton pectinatus*, aunque pocos ejemplares y en zonas muy concretas del lago o canales que desembocan en el mismo, como son el Estany de la Plana, mata del Rey, mata de les Rates y canal Pas Podrit.

Más recientemente (figura 5), entre los años 1997 y 2014, se citan *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton nodosus* y *Potamogeton pectinatus*, en general pocos ejemplares y también en zonas muy puntuales del lago de l'Albufera. Si sumamos todas las citas localizadas en ese periodo se observa que las plantas se sitúan en 9 cuadrículas UTM 1x1, la mayoría en la zona sur del lago.

En 2001-2002 se realizó un ensayo de reintroducción de macrófitos en l'Albufera³ con el objetivo de estudiar su evolución en condiciones controladas en el lago y averiguar los posibles efectos que tienen sobre ellos la calidad de las aguas, la presencia de peces y en general, las características del lago que imposibilitan la regeneración de las especies vegetales acuáticas. Se realizaron plantaciones experimentales en diez estaciones diferentes, todas ellas junto a las "matas" y en diferentes puntos del lago para conseguir una representatividad lo más amplia posible de l'Albufera. Se construyeron cercados para evitar la predación de los peces. Las plantas reintroducidas perduraron alrededor de un año según la especie y la zona. Los testigos que se colocaron fuera de los cercados desaparecieron en poco tiempo. La mayor persistencia de algunas especies en los cercados se puede explicar por las concentraciones relativamente bajas de clorofila-a y por la mejora de la transparencia media del agua. No obstante, al no ser valores constantes y mantenerse el carácter eutrófico del lago finalmente desaparecieron todos los macrófitos.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es conocer la distribución y la evolución de los macrófitos acuáticos observada en el lago de l'Albufera, a lo largo de 2015 y especialmente en 2016, en que se aprecia un aumento muy importante de estas formaciones.

Se pretende también valorar las posibles condiciones ambientales en el lago que pueden influir en el estado de conservación de estas plantas.

MATERIAL Y MÉTODO

El área de trabajo se centra en el lago de l'Albufera, donde se ha rastreado la totalidad del mismo (41 cuadrículas UTM 1x1, 2.433 ha de aguas libres) en los años 2015 y 2016. En ambos años se ha

¹Distribución de los macrófitos de las aguas dulces y salobres del E y Ne de España y dependencia de la composición química del medio. Serie universitaria. Fundación Juan March. Margalef, R., 1981.

²Flora y Vegetación de La Albufera de Valencia. Bases para su Recuperación. Institución Valenciana de estudios e Investigación. Carretero, J.L. & Boira, H., 1989.

³Ensayos de reintroducción de macrófitos acuáticos en l'Albufera de Valencia. Memoria de Producción y Plantación de Flora Acuática en Hábitats Prioritarios de la Red Natura 2000 en la Comunitat Valenciana. Consellería de Medio Ambiente. Benavent J.M., Peña C. & Sebastián A. Inédito. Años 2001 y 2002.

realizado una campaña de prospección en primavera y otra en otoño. Las diferentes fases del proyecto se pueden ver a continuación:

- ✓ Prospección, seguimiento y cartografiado de las poblaciones de macrófitos.
- ✓ Identificación y distribución de las especies localizadas.
- ✓ Valoración ecológica del lago histórica y actual. Búsqueda bibliográfica.

Este trabajo se ha realizado en colaboración con el Serviçi Devesa-Albufera de l'Ajuntament de València. También han contribuido con datos de campo la guardería del PN de l'Albufera.

Prospección y cartografiado de macrófitos. Identificación de especies.

Para realizar los trabajos de prospección se ha empleado un sistema de posicionamiento geográfico mediante GPS, marcando cada punto con presencia de macrófitos y estimando la superficie de ocupación. Se utilizó una embarcación "albuferenca" realizando un recorrido mediante transectos de una anchura aproximada de 50 metros para cubrir la totalidad del espacio. Para ello se empleó un GPS donde se marcó el recorrido (tracking) en cada momento. También se utilizaron prismáticos para una mejor identificación de las "manchas" de vegetación.

En cada punto con presencia de macrófitos se identificaron las especies para determinar su distribución.



Figura 3 y 4. Prospección de macrófitos en l'Albufera. Zona S cerca de la acequia Overa. Campaña de otoño 2015.

Valoración ecológica del lago. Búsqueda bibliográfica

Se ha recopilado información histórica y hasta la actualidad del estado ecológico del lago de l'Albufera y de los posibles factores que pueden influir en el estado de conservación de los macrófitos.

Los parámetros que se han valorado son los siguientes:

- Calidad del agua. Transparencia.
- Mejora de las infraestructuras de depuración y caudales aportados al lago.
- Cultivo de arroz. Variaciones en el cultivo del arrozal.

RESULTADOS

Prospección y cartografiado de macrófitos. Identificación de especies.

Tras realizar las prospecciones se observa un aumento tanto en el número de cuadrículas UTM 1x1 con presencia de macrófitos, así como en la superficie de ocupación. Los resultados se indican en las tablas 1 y 2. Se aprecia un aumento significativo en 2016 respecto a 2015.

En la siguiente figura se observa un aumento notable de la presencia de macrófitos en l'Albufera, donde se ha pasado de localizar plantas en 9 cuadrículas en el periodo 1997-2014, a 35 cuadrículas en el periodo 2015-2016.

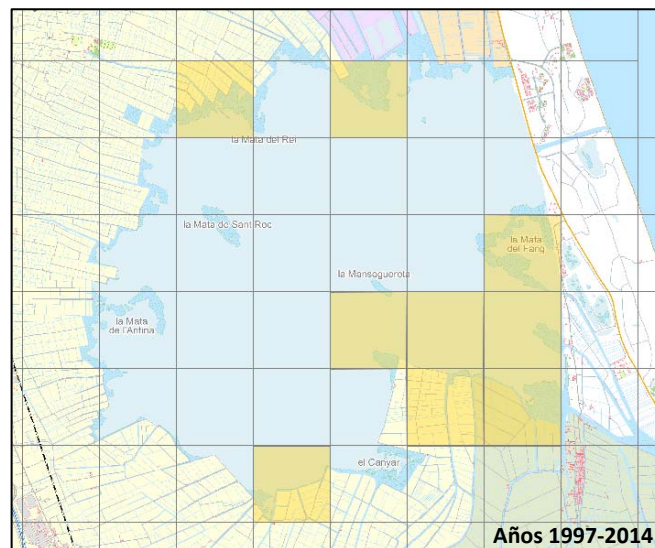


Figura 5 y 6. ■ Cuadrículas UTM 1x1 con presencia de macrófitos en el lago de l'Albufera.
Cuadrículas con presencia de macrófitos en el periodo 1997-2014 (arriba) y en el periodo 2015-2016 (abajo).

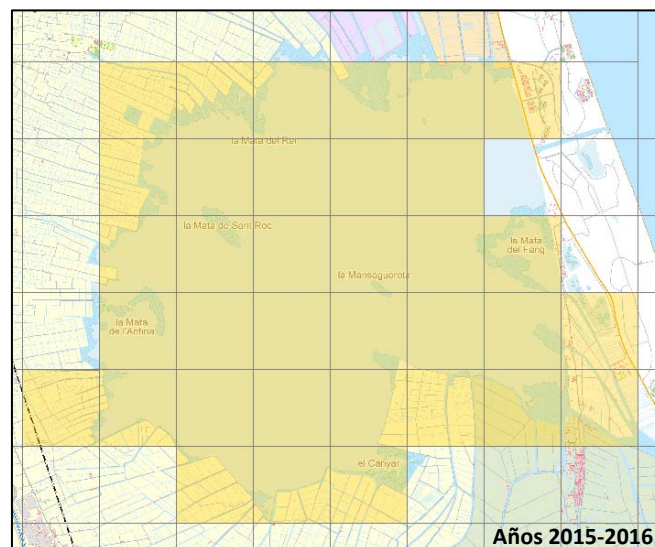
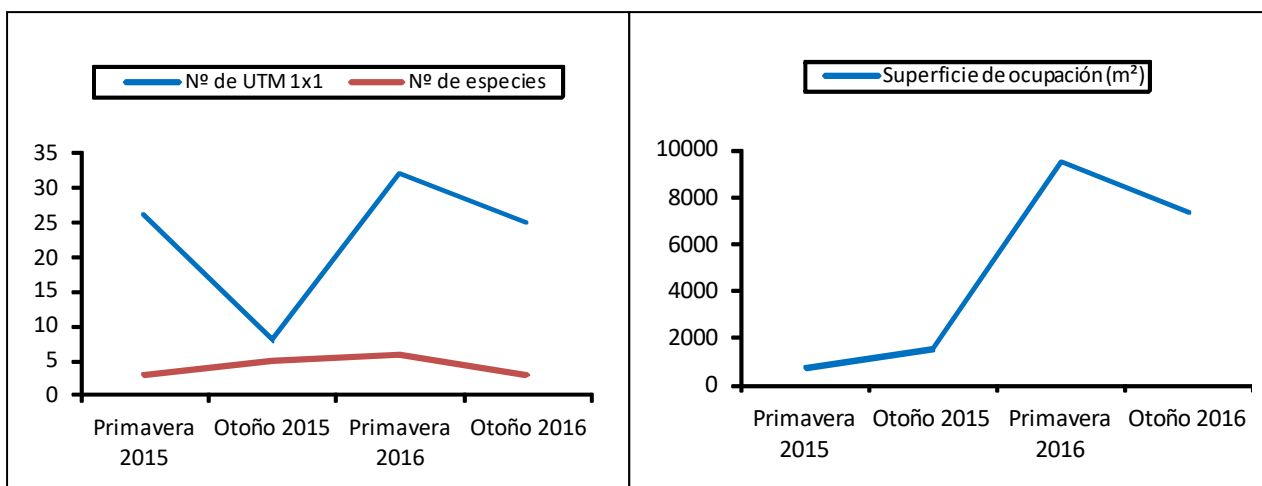


Tabla 1: Número de UTM 1x1 con presencia de macrófitos en el lago de l'Albufera.

Especie	Nº UTM 1x1 Km con presencia de macrófitos			
	Primavera 2015	Otoño 2015	Primavera 2016	Otoño 2016
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0	2	1	1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	3	6	13	5
<i>Najas marina</i>	0	0	2	24
<i>Potamogeton crispus</i>	0	2	1	0
<i>Potamogeton nodosus</i>	1	1	2	0
<i>Potamogeton pectinatus</i>	26	3	32	0
Total Especies	26	8	32	25

Tabla 2: Superficie de ocupación de macrófitos en el lago de l'Albufera.

Especie	Superficie de ocupación (m ²)			
	Primavera 2015	Otoño 2015	Primavera 2016	Otoño 2016
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0	5	51	1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	196	1544	2170	2797
<i>Najas marina</i>	0	0	3441	4534
<i>Potamogeton crispus</i>	0	2	13	0
<i>Potamogeton nodosus</i>	2	3	41	0
<i>Potamogeton pectinatus</i>	511	5	3754	0
Total	709	1559	9470	7332


Figuras 7 y 8. Evolución del nº de UTM 1x1 con presencia de macrófitos y superficie de ocupación en el lago de l'Albufera. Variación en el nº de especies localizadas.

Las especies localizadas en el lago fueron *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton nodosus* y *Potamogeton pectinatus*, ya citadas en el pasado y *Najas marina* localizada por primera vez en la campaña de primavera de 2016. Las especies más abundantes fueron *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum* y *Najas marina*, tanto por su presencia en número de cuadrículas como en superficie de ocupación.

Potamogeton pectinatus alcanzó su máximo en primavera de 2016 tanto en superficie de ocupación como en distribución, sin embargo desaparece casi totalmente a principios del verano, por lo que no aparece en la prospección de otoño, seguramente debido a su mayor sensibilidad a los efectos derivados de los tratamientos en el cultivo del arrozal. Se trata de la especie con mayor dispersión en el lago contabilizándose 32 cuadrículas con presencia de planta.

Myriophyllum spicatum se mantiene más estable. La población se concentra en los alrededores de la desembocadura de la acequia Overa, aumentando la superficie de ocupación en otoño.

Najas marina se detectó por primera vez en primavera de 2016. Se concentra en el suroeste de l'Albufera junto al tancat de Grau y de la Foia. En otoño se extiende al resto del lago pasando de 2 cuadrículas con presencia de planta a 24.

El resto de especies *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton crispus* y *Potamogeton nodosus* se encuentran de forma puntual y en muy poca cantidad.

La desembocadura de la acequia Overa es una zona donde en 2015 y especialmente en 2016 se observa una proliferación importante de macrófitos, sobre todo de *Myriophyllum spicatum*. Al tratarse de una zona de paso de gran cantidad de embarcaciones de recreo, el Ayuntamiento de Valencia estableció en abril de 2016 un área de exclusión para limitar su paso y favorecer el desarrollo de las plantas.



Figura 9 y 10. Zona Overa. Colocación de postes para delimitar el área de exclusión. Abril de 2016.

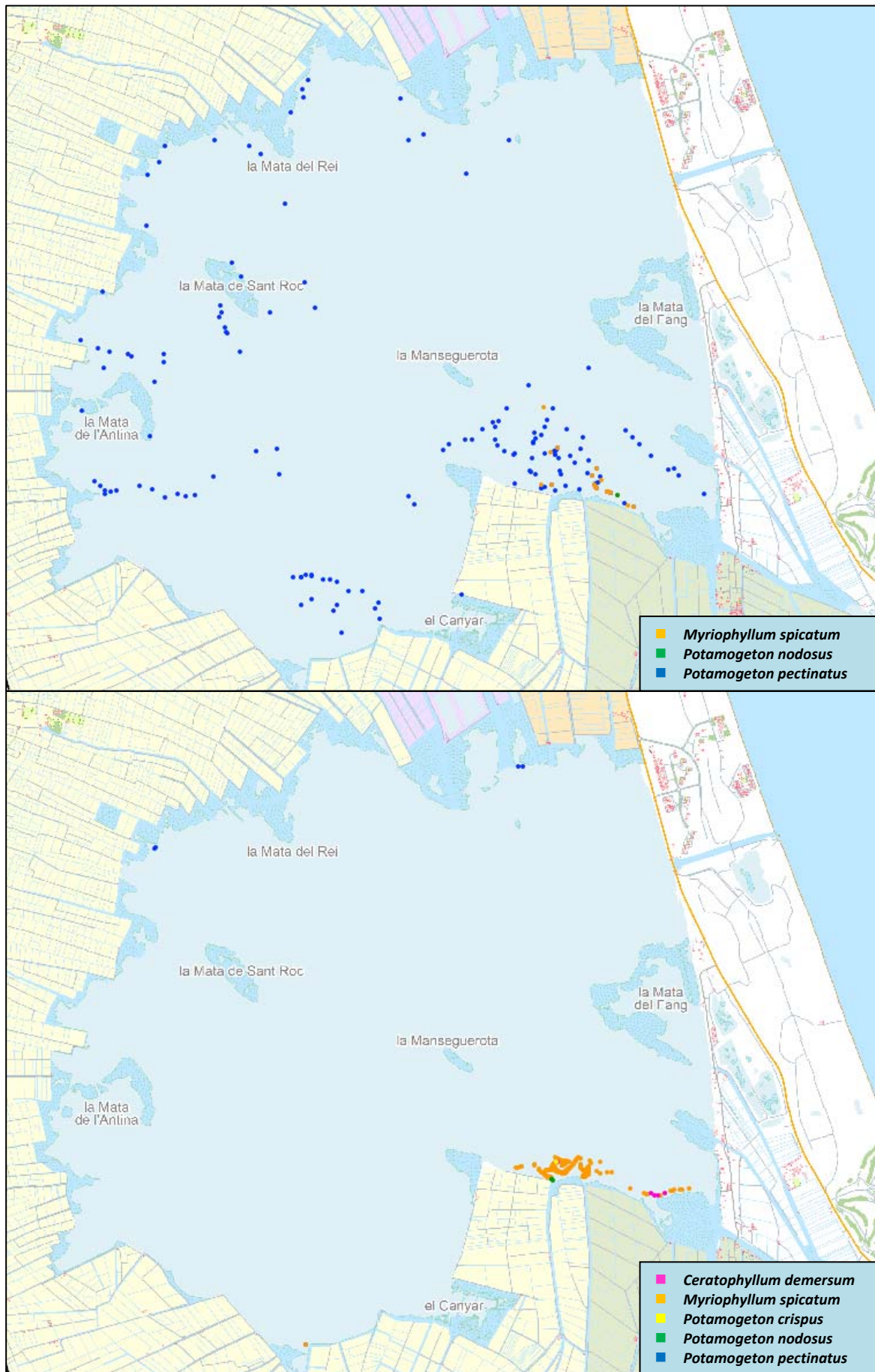


Figura 11 y 12. Distribución de macrófitos en l'Albufera, primavera 2015 (arriba) y otoño 2015 (abajo).

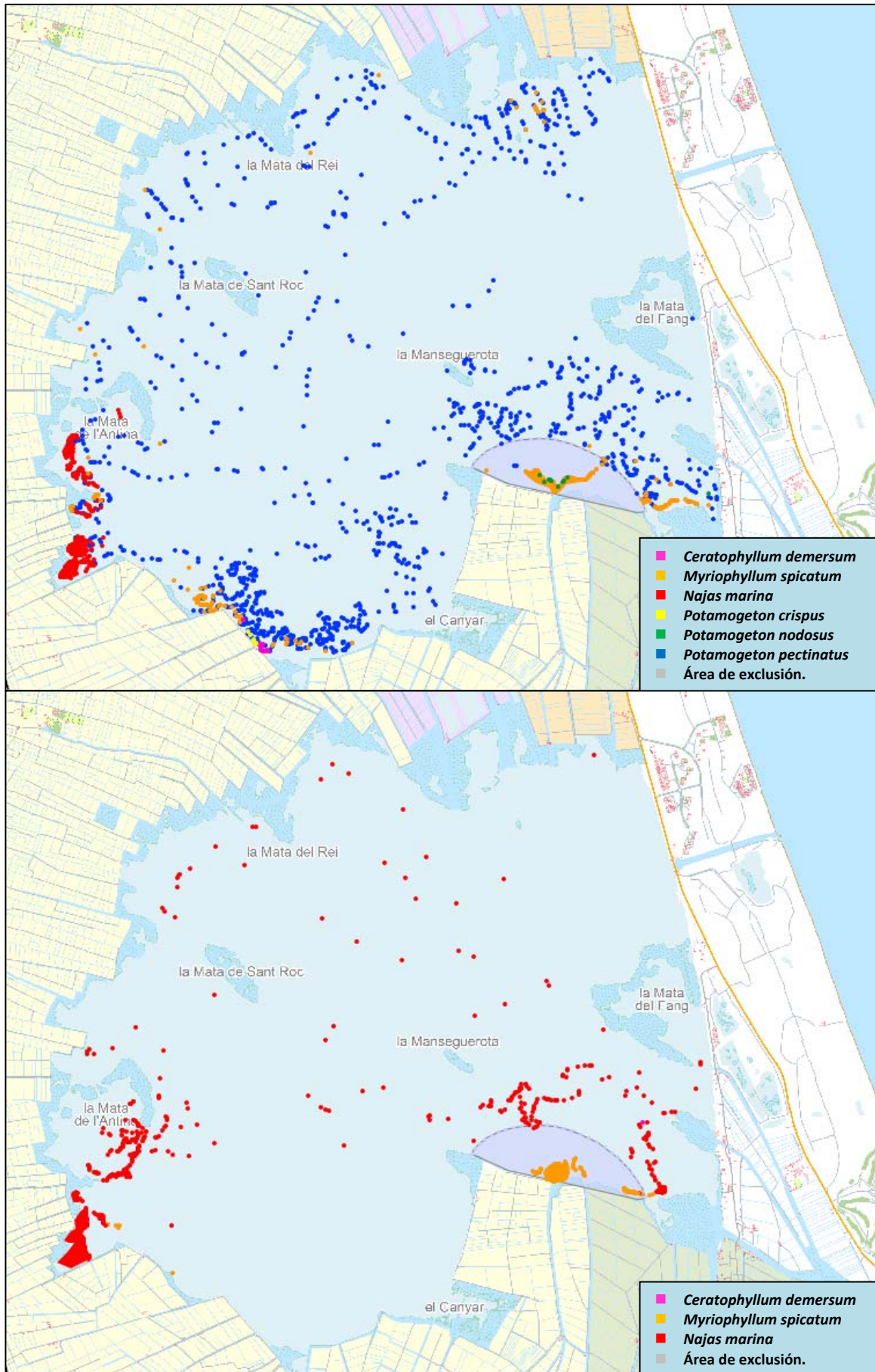


Figura 13 y 14. Distribución de macrófitos en l'Albufera, primavera 2016 (arriba) y otoño 2016 (abajo).

La tendencia respecto al periodo 1997-2014 es de un claro incremento tanto en distribución como en superficie de ocupación.

En primavera de 2015, año de inicio del estudio se aprecia una proliferación elevada de macrófitos alcanzando un total de 26 cuadrículas con presencia de planta, la cual se distribuye fundamentalmente en la periferia del lago y en mayor cantidad en la zona sur. En otoño se reduce a tan sólo 8 cuadrículas la mayor parte también en la zona sur, en los alrededores de la acequia Overa.

En primavera de 2016 el número de puntos se dispara, ocupando la vegetación subacuática el 78% de las cuadrículas del lago, en total 32, especialmente en la zona sur, pero también en el norte y algo menos en el centro. La planta se concentra en la periferia y junto a las "matas", zonas con menor profundidad y en las que, por tanto, las plantas acuáticas disponen de mayor cantidad de luz. En otoño del mismo año disminuye algo la cantidad de plantas, localizándose en 25 cuadrículas, en cualquier caso un número muy superior a las 8 cuadrículas en las que aparece vegetación en 2015, aunque la mayor parte corresponde a *Najas marina*.



Figura 15. *Myriophyllum spicatum*. Prospección de macrófitos. Otoño 2015.



Figura 16. *Potamogeton pectinatus*. Prospecció de macrófitos. Primavera 2016.



Figura 17. *Najas marina*. Prospecció de macrófitos. Otoño 2016.

Valoración ecológica del lago.

La presencia/ausencia de los macrófitos en el lago de l'Albufera se ve afectado por un conjunto de factores ecológicos que influyen en su estado de conservación.

Calidad del agua. Transparencia.

El estado de máxima eutrofia del lago de l'Albufera en los años 70 originó la desaparición de los macrófitos. La Generalitat Valenciana ha realizado un seguimiento desde el año 1996 de la eutrofia del mismo usando como indicador la evolución de la biomasa algal, estimada a partir de la concentración de clorofila-a. En la Figura 18 se observa una disminución de la clorofila desde medias de 150 $\mu\text{g/l}$ en los años 90 hasta 100 $\mu\text{g/l}$ en los últimos años⁴. Las variaciones intra-anales o estacionales de clorofila son amplias, pero en los últimos años se aprecia una mayor estabilidad de los valores mensuales sin alcanzar picos de máxima eutrofia. En 2015 y 2016 se han reducido los valores medios anuales de clorofila-a con valores de 101,9 $\mu\text{g/l}$ y 68,4 $\mu\text{g/l}$ respectivamente

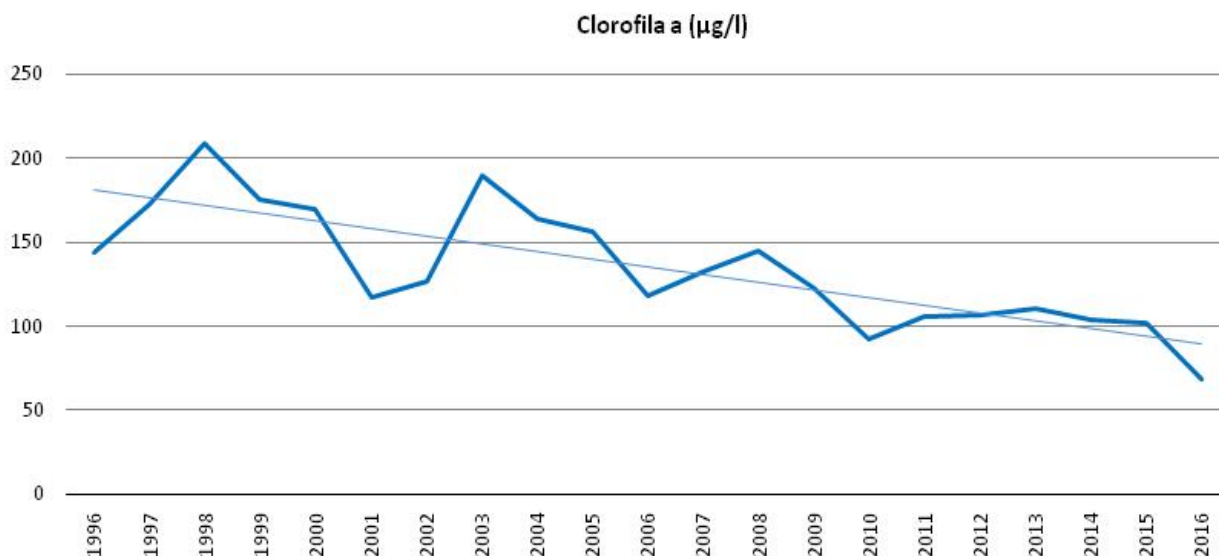


Figura 18. Valores de clorofila-a en el lago de l'Albufera. Medias anuales y línea de tendencia. Periodo 1996-2016.

Por lo que respecta a la transparencia, en la actualidad es frecuente alcanzar los 30 cm. de profundidad, lo que se traduce en 60 cm de zona fótica, es decir la zona en la que llega más del 1% de la luz incidente, aprovechable por la vegetación sumergida. Esto explicaría la presencia mayoritaria de los macrófitos en las áreas menos profundas del lago. Al tratarse de un lago somero (90 cm. de profundidad media), cualquier aumento estable de la transparencia favorecerá sustancialmente la superficie colonizada por macrófitos. En 2015 y 2016 se han alcanzado transparencias medias anuales de 31,4 cm. y 29,1 cm. de profundidad respectivamente (Fig. 19).

⁴Evolución de la eutrofización en el lago de l'Albufera 1996-2016. Servicio de Vida Silvestre. Mayo 2016.

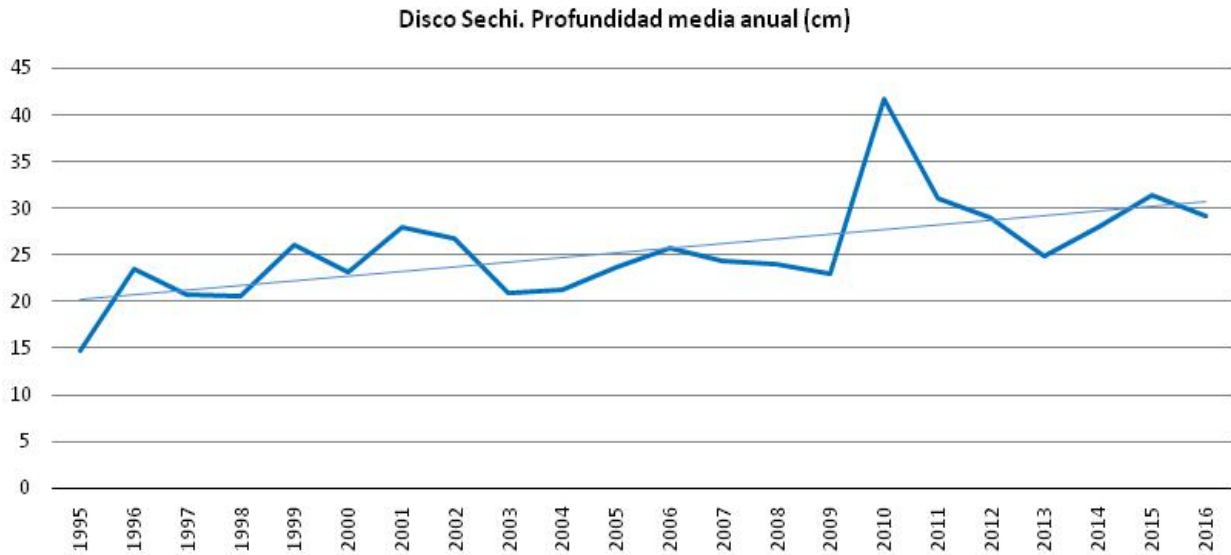


Figura 19. Evolución de la transparencia del agua del lago medida con el disco de Sechi. Medias anuales y línea de tendencia. Periodo 1995-2016.

Mejora de las infraestructuras de depuración y caudales aportados al lago.

El *Plan Director para el Saneamiento Integral de la Albufera (COPUT, 1989)* inicia las actuaciones en materia de saneamiento de aguas residuales que completarán el *Plan Director de Saneamiento y Depuración de la Comunidad Valenciana (Generalitat Valenciana, 1993)* y el *Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales 1995-2005 (MMA, 1995)* con la puesta en funcionamiento del tratamiento terciario en la EDAR Albufera-Sur en 2006 y la puesta en servicio de la de Paterna-Fuente del Jarro en 2007.⁵

Este momento marca un punto de inflexión en el sistema, que empieza a dar muestras de cierta recuperación con la aparición en algunos años (normalmente a lo largo del mes de febrero y primeras semanas de marzo) de lo que se ha dado en llamar "fase clara", en la que mejoran las condiciones del agua, proliferando ciertas especies de zooplancton filtrador, que contribuye a disminuir la concentración de fitoplancton y favoreciendo el aumento de la transparencia.

No obstante, los datos sobre la evolución de los parámetros hidrológicos del ecosistema contenidos en informes oficiales (TYPESA, 2004)⁶ revelan que en este mismo periodo se ha producido una reducción muy importante de las aportaciones del Júcar, las de mayor calidad, al humedal, aportaciones que han representado desde finales del S. XVIII más del 85% de todas las entradas al sistema.

⁵Infraestructuras y Eutrofización en l'Albufera de València. El Modelo Cabhal. Tesis Doctoral. Miguel Mondría García. UPV. 2010.

⁶Balance hídrico de L'Albufera. Estudio para el desarrollo sostenible de L'Albufera. MMA. Tyspa, 2004.

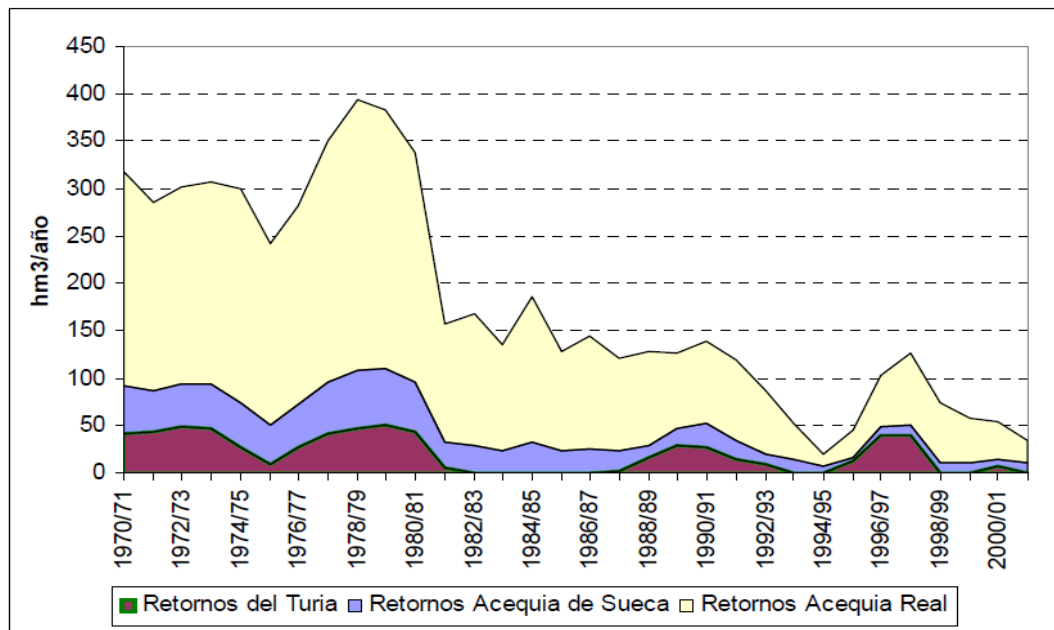


Figura 21. Evolución de los retornos de riego a la Albufera.

Fuente: "Las aportaciones al Lago de la Albufera. Informe complementario para el Banco Europeo de Inversiones sobre la Conducción Júcar-Vinalopó (Comunidad Valenciana). CHJ. Rf. CCI 2002-ES-16-1-PR-025

Es indudable que en materia de saneamiento se han hecho importantísimos avances, puesto que en la actualidad están construidos y en funcionamiento la totalidad de los sistemas de depuración previstos en los sucesivos planes de saneamiento. Sin embargo, subsisten todavía problemas en esta materia que afectan directamente a l'Albufera y que suponen desde vertidos directos a acequias, sectores urbanos y polígonos industriales sin alcantarillado y fallos en colectores y estaciones de bombeo.

A pesar de esto, la enorme reducción de la carga de nutrientes que las depuradoras han evitado es, probablemente, el principal factor que ha permitido una mejora en las condiciones de transparencia de las aguas y la consiguiente proliferación de macrófitos en el lago que venimos señalando.

Cultivo de arroz. Variaciones en el cultivo del arrozal.

Como ya se ha comentado, el inicio de las labores de cultivo en el arrozal, a primeros de mayo, afecta negativamente al desarrollo de los macrófito, observándose una pérdida de vitalidad en la mayoría de las especies cuando no la desaparición total. Probablemente esta decadencia de las formaciones guarda relación con el incremento de nutrientes que acceden al lago, derivado de la fertilización del arrozal, y con el uso de biocidas, principalmente herbicidas, que se aplican en las primeras fases del cultivo.

CONCLUSIONES

La proliferación de macrófitos acuáticos en l'Albufera en el año 2015 y especialmente en 2016, indica una tendencia favorable respecto a periodos anteriores, contabilizándose un total de 35 cuadrículas con presencia de vegetación acuática de las 41 cuadrículas del lago. Igualmente ocurre con la superficie colonizada por las plantas, que alcanzaron en primavera de 2016 una extensión de 9.470 m².

Se localizan 6 especies diferentes de macrófitos, de las cuales *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum* y *Najas marina* son las más abundantes. *Najas marina* se detecta por primera vez en el lago en primavera de 2016.

Se observa una tendencia favorable en la evolución de la eutrofización del lago de l'Albufera, si se toman como indicadores las medias anuales tanto de clorofila como de transparencia. Sin embargo todavía se detectan episodios de empeoramiento de las condiciones en ciertas épocas del año, principalmente en aquellos momentos en que se reduce sustancialmente la entrada de caudales de mayor calidad procedentes del Júcar, en los meses previos a la "perellonà" (septiembre/octubre) y antes de la inundación del arrozal (marzo/abril).

**Servicio de Vida Silvestre
Marzo de 2017**