

INFORME TÉCNICO 04/2021

Evolución de los macrófitos acuáticos en el lago de L'Albufera de Valencia y relación con variables ambientales.
Período 2015-2020.



Prospección macrófitos lago de l'Albufera. Zona l'Albufera Norte. Mayo de 2018.

Servei de Vida Silvestre i Red Natura 2000
Direcció General de Medi Natural i d'Avaluació Ambiental
Agosto 2021



**GENERALITAT
VALENCIANA**

Conselleria d'Agricultura,
Desenvolupament Rural,
Emergència Climàtica
i Transició Ecològica

EVOLUCIÓN DE LOS MACRÓFITOS ACUÁTICOS EN EL LAGO DE L'ALBUFERA DE VALENCIA Y RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES. 2015-2020.

INTRODUCCIÓN

El lago de l'Albufera de Valencia, localizado en el Parque Natural de mismo nombre, tiene una superficie de 2.720 ha y una profundidad media de 90 cm.

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.

A principios de la década de los 70 el lago evoluciona rápidamente hacia un estado de máxima eutrofia, consecuencia de la degradación del agua por contaminación industrial, agrícola y vertidos urbanos. Como consecuencia la vegetación acuática entra en regresión y acaba desapareciendo.

Entre los años 1997 y 2014, la presencia de macrófitos acuáticos en l'Albufera es residual. Se citan varias especies, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton nodosus* y *Potamogeton pectinatus*, en general con pocos ejemplares y en zonas muy puntuales del lago. Las incipientes formaciones no llegan a establecerse.

A lo largo de 2015 y especialmente en 2016, se aprecia un aumento importante de las formaciones de macrófitos acuáticos en l'Albufera, por lo que en 2015 se inicia un programa de prospección con el objetivo de conocer su distribución y estado de conservación¹.

En el presente informe se presentan los resultados de este trabajo en el periodo comprendido entre los años 2015 y 2020.

¹ Distribución y estado de conservación de macrófitos acuáticos en el lago de l'Albufera de Valencia. Servicio de Vida Silvestre. Marzo 2017.

MATERIAL Y MÉTODO

El área de trabajo se centra en el lago de l'Albufera, donde durante los años 2015 y 2016 se rastreó en su totalidad (41 cuadrículas UTM 1x1, 2.433 ha de aguas libres). Con el fin de optimizar el esfuerzo realizado en las prospecciones, a partir de 2017 se modificó el área de estudio con respecto a las campañas anteriores y se redujo a 4 cuadrículas UTM de 1x1km, escogida de acuerdo a los datos obtenidos en las campañas previas, representadas 4 zonas del lago. Las cuadrículas seleccionadas son: YJ2959 (l'Albufera Norte), YJ2956 (l'Overa), YJ2757 (l'Albufera Centro) e YJ2555 (l'Antina).

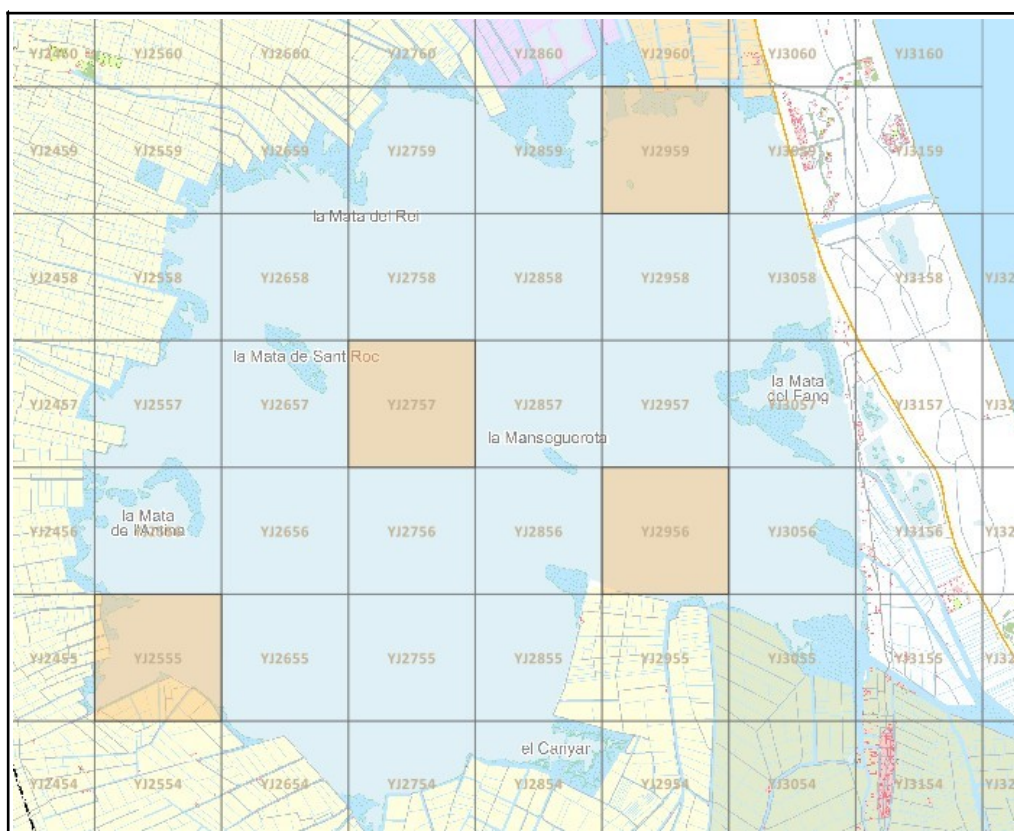


Figura 2. Cuadrículas escogidas para la prospección de macrófitos en l'Albufera.

Cada año se han realizado dos campañas de prospección, una en primavera y otra en otoño, excepto la campaña de otoño de 2020 que no pudo realizarse debido a las malas condiciones meteorológicas. 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 de la evolución del estado de conservación de los macrófitos acuáticos en el lago durante el periodo 2015 a 2020, así como las posibles causas y condiciones ambientales que pueden influir en su desarrollo.

Este trabajo se ha realizado en colaboración con el Servici Devesa-Albufera de l'Ajuntament de València.

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, realizando un recorrido mediante transectos a lo largo de las cuadrículas 1x1 km, marcando el recorrido (*track*) mediante el GPS.

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

Para valorar los posibles factores que pueden influir en el estado de conservación de los macrófitos, se han tomado en cuenta los siguientes parámetros:

- Calidad del agua. Clorofila-a y transparencia (disco de Secchi).
- Mejora de las infraestructuras de depuración y caudales aportados al lago.
- Eventos meteorológicos.
- Aplicación de pesticidas en el periodo del cultivo de arroz.
- Biomasa de fauna.

EVOLUCIÓN DE LOS MACRÓFITOS

Como indicador del estado de conservación de los macrófitos en el lago de l'Albufera se ha medido la superficie de ocupación en las 4 áreas de muestreo y se han identificado las especies localizadas.

En las siguientes tablas se observa los resultados obtenidos en las diferentes campañas de muestreo para las 4 áreas.

Tabla 1: Superficie de ocupación (m²) de macrófitos en el lago de l'Albufera por UTM.

CAMPAÑA PROSPECCIÓN	UTM 2555 Zona Antina	UTM 2757 l'Albufera Centro	UTM 2956 Zona l'Overa	UTM 2959 l'Albufera Norte	TOTAL M2
PRIMAVERA 2015	11	7	238	1	257
OTOÑO 2015	0	0	2.444	2	2.446
PRIMAVERA 2016	5.082	29	6.903	709	12.723
OTOÑO 2016	7.769	2	5.422	1	13.194
PRIMAVERA 2017	3	3	4.237	4.847	9.090
OTOÑO 2017	32	0	2.919	2.429	5.380
PRIMAVERA 2018	306	117	6.687	99.093	106.203
OTOÑO 2018	7	0	20.316	50	20.373
PRIMAVERA 2019	606	275	1.372	2.041	4.294
OTOÑO 2019	46	0	587	2	635
PRIMAVERA 2020	89	2	4.562	787	5.440

Tabla 2: Superficie de ocupación (m²) de macrófitos en el lago de l'Albufera por especie.

CAMPAÑA PROSPECCIÓN	<i>M. spicatum</i>	<i>N. marina</i>	<i>C. demersum</i>	<i>P. pectinatus</i>	<i>P. nodosus</i>	<i>P. crispus</i>	TOTAL m ²
PRIMAVERA 2015	98	0	0	159	0	0	257
OTOÑO 2015	2.442	0	1	2	0	1	2.446
PRIMAVERA 2016	6.640	4.911	0	1.132	40	0	12.723
OTOÑO 2016	5.343	7.851	0	0	0	0	13.194
PRIMAVERA 2017	9.067	0	7	13	3	0	9.090
OTOÑO 2017	5.378	1	0	1	0	0	5.380
PRIMAVERA 2018	106.047	0	2	140	14	0	106.203
OTOÑO 2018	20.373	0	0	0	0	0	20.373
PRIMAVERA 2019	3.901	0	1	388	4	0	4.294
OTOÑO 2019	631	3	0	1	0	0	635
PRIMAVERA 2020	5.432	0	0	1	7	0	5.440

Según los datos obtenidos en las campañas de muestreo los mejores resultados se obtienen en el año 2018, seguido del año 2016. En cuanto a las áreas de muestreo l'Albufera Norte (UTM 2959) y Zona l'Overa (UTM 2956) son las que aportan mejores resultados.

Las especies localizadas en el lago fueron, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton nodosus*, *Potamogeton crispus*, *Ceratophyllum demersum* y *Najas marina*. La especie más abundante en todas las campañas de muestreo es *Myriophyllum spicatum*, donde la mayor superficie de ocupación se desarrolla en primavera de 2018 alcanzando los 106.047 m² que se concentran sobre todo en la zona Norte (UTM 2959). Destacar la aparición por primera vez en el lago de *Najas marina* en el año 2016 en el suroeste de l'Albufera (YJ2555), localizada posteriormente de forma puntual en los años 2017 y 2019.

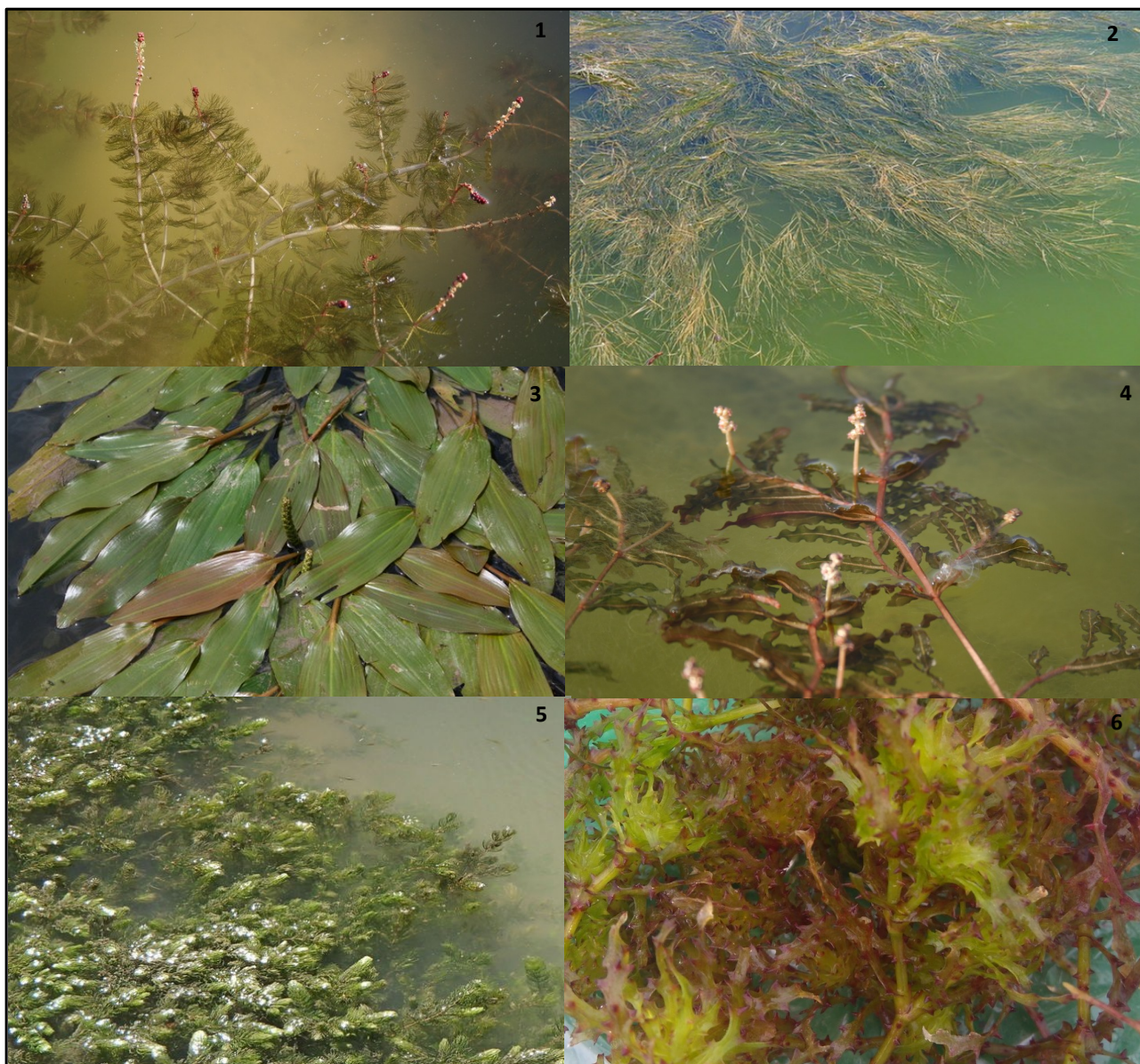


Figura 3. Macrófitos presentes en el lago de l'Albufera. *Myriophyllum spicatum* (1), *Potamogeton pectinatus* (2), *Potamogeton nodosus* (3), *Potamogeton crispus* (4), *Ceratophyllum demersum* (5) y *Najas marina* (6).

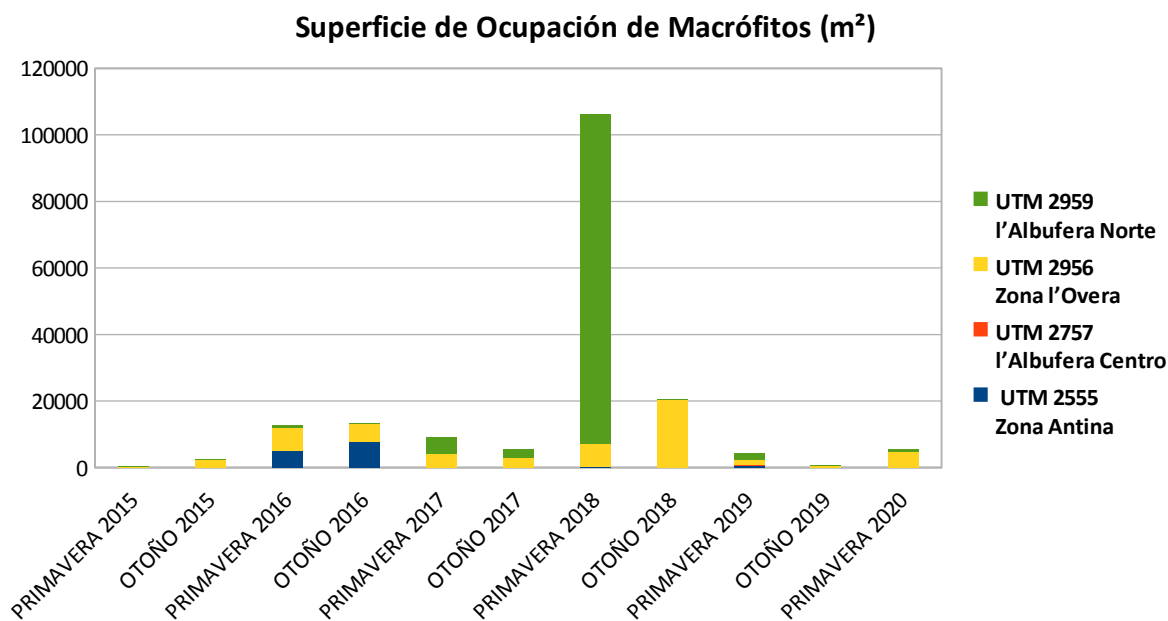
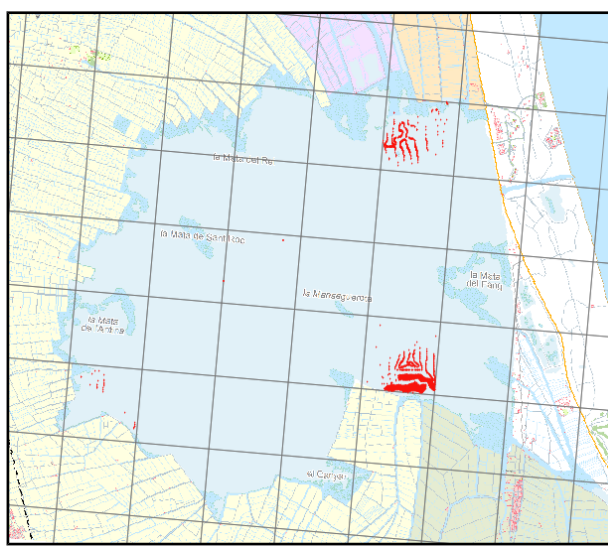
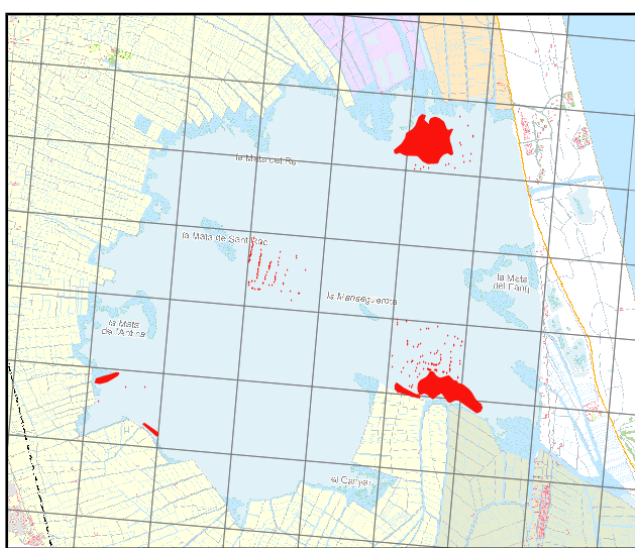


Figura 4. Área de ocupación de macrófitos acuáticos en el lago de l'Albufera 2015 a 2020.



Figuras 5 Y 6. Distribución de los macrófitos acuáticos en l'Albufera en primavera de 2018 (izda) y de 2020 (drcha.)

La época más favorable para el desarrollo y crecimiento de los macrófitos se produce entre los meses de marzo y junio. En julio y sobre todo en agosto se ralentiza su crecimiento, se mantienen durante el otoño hasta que bajan las temperaturas y en invierno se aletargan. Por ello, en la interpretación de los resultados influyen especialmente el estado del agua del lago durante los meses previos al desarrollo de los macrófitos y en el inicio de su crecimiento.



Figura 7. Zona l'Antina, otoño 2016. Formaciones con altas coberturas de *Najas marina*.



Figura 8. Vista aérea de la desembocadura de l'Overa donde se aprecia claramente la formación de macrófitos en la zona. Otoño 2017.



Figura 9. Rastreo zona l'Overa, primavera 2017.



Figura 10. Rastreo zona l'Overa, primavera 2019.



Figura 11. Zona l'Albufera Norte, primavera 2018. Formaciones con altas coberturas de *Myriophyllum spicatum* .

VARIABLES AMBIENTALES

Calidad del agua. Clorofila-a y Transparencia

Como indicador del estado de eutrofización del agua del lago se aportan datos de la clorofila-a (biomasa algal) y transparencia del agua desde el año 1996 hasta la actualidad. Los parámetros mencionados se recogen dentro del Programa de Seguimiento de Zonas Húmedas realizado por la Dirección General de Medi Natural i d'Avaluació Ambiental.

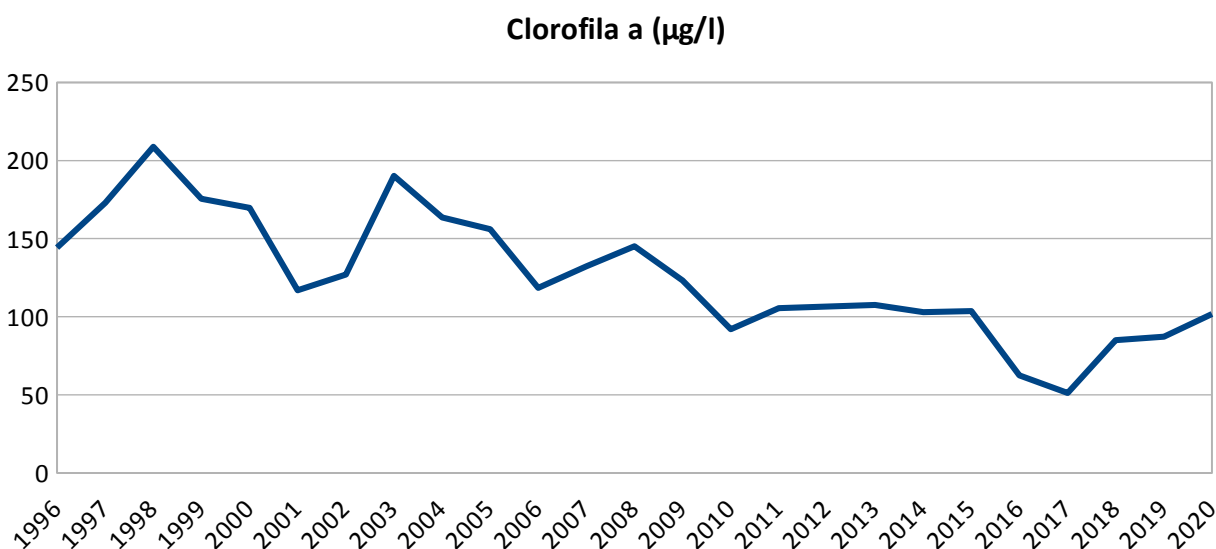


Figura 12. Valores de clorofila-a en el lago de l'Albufera. Medias anuales. Periodo 1996-2020.

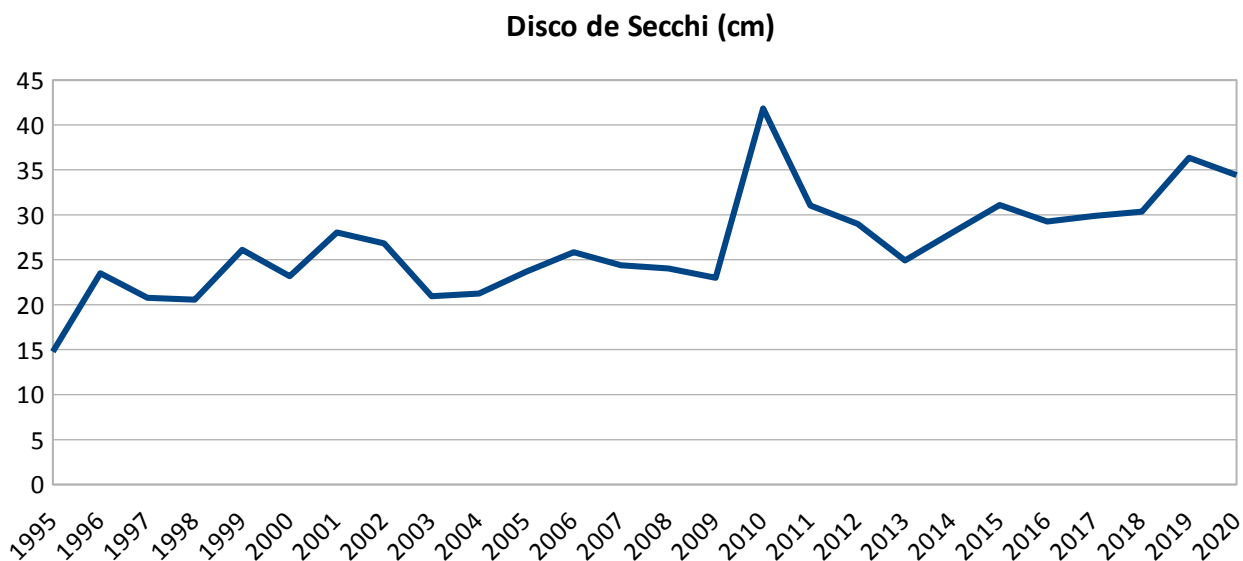


Figura 13. Evolución de la transparencia del agua del lago medida con el disco de Secchi. Medias anuales. Periodo 1995-2020.

Se observa una disminución de la clorofila-a desde los años 90 con medias anuales que superan los 150 $\mu\text{g/l}$, frente a los últimos años que están por debajo de los 100 $\mu\text{g/l}$, a excepción del año 2020 donde se observa un ligero aumento (ver figura 12).

La disminución de la biomasa algal favorece la transparencia del agua, medida con el disco de Secchi, donde se puede observar una tendencia positiva en los últimos años con valores que superan los 30 cm de profundidad (ver figura 13).

Clorofila-a ($\mu\text{g/l}$) y Disco Secchi (cm)

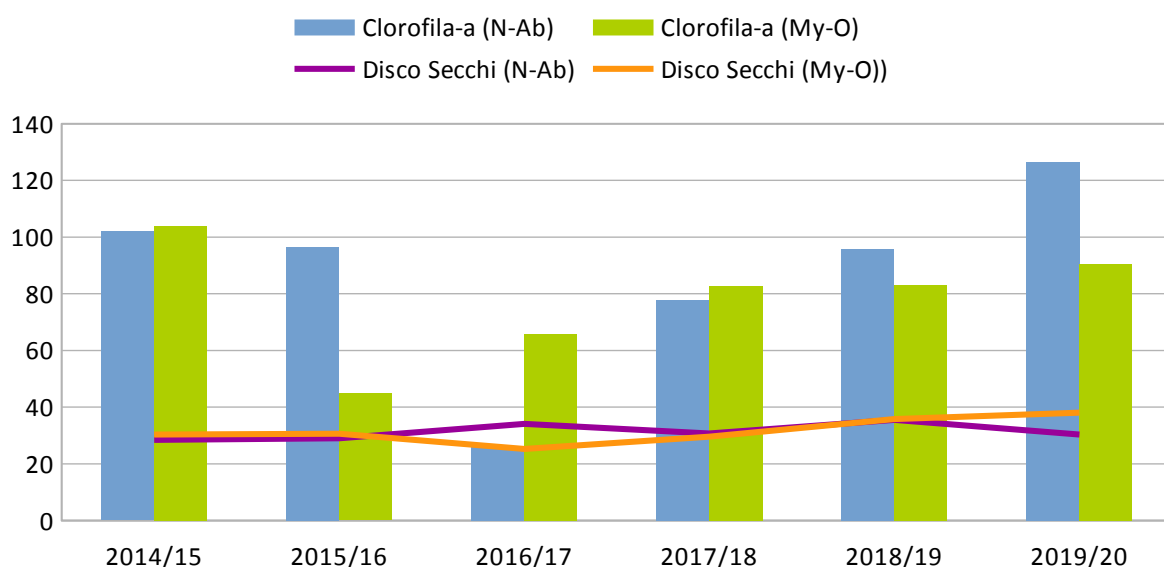


Figura 14. Valores de clorofila-a y transparencia (disco de Secchi) en el lago de l'Albufera. Medias semestrales (Nov-Abril y May-Oct). Periodo 2014-2020.

En 2015-2016, punto de inflexión donde comienza a observarse la proliferación de macrófitos en el lago, los valores medios anuales de clorofila-a se sitúan en torno a los 60 $\mu\text{g/l}$. Lo mismo ocurre con la transparencia a partir de 2016, cuyos valores medios se sitúan en torno a los 30 cm de profundidad, lo que se traduce en 60 cm de zona fótica, es decir la zona a la que llega la luz incidente aprovechable por la vegetación sumergida.

Si nos fijamos en los meses previos al desarrollo de los macrófitos y durante el inicio de su crecimiento (meses de noviembre hasta abril), observamos que entre los años 2015 y 2020 los valores medios de clorofila-a están por debajo de 100 $\mu\text{g/l}$ y la transparencia entre 30-35 cm de profundidad (ver figura 14). Durante el periodo 2015/2016 se produce un aporte excepcional (22,25 hm^3) de agua de calidad al lago procedente de la acequia Real del Júcar entre los meses de noviembre y abril, esto podría ser la explicación de los valores bajos de clorofila en 2016 y el posterior incremento gradual que se observa desde entonces al disminuir considerablemente dichos aportes.

Eventos meteorológicos.

Las lluvias intensas en las áreas limítrofes del lago desencadenan escorrentías que pueden producir el aliviado del sistema de saneamiento de esas zonas y desembocar en el lago. Se produce un aumento en la concentración de materia orgánica y nutrientes inorgánicos en el lago, aumentando las concentraciones de clorofila-a en pocas horas². Los episodios de lluvia medios precedidos de un periodo de sequía prolongado también producen el efecto del lavado de los contaminantes acumulados en los colectores. Estas circunstancias provocan un efecto directo negativo en la calidad del agua y por tanto en el desarrollo de los macrófitos

Precipitación acumulada (mm)

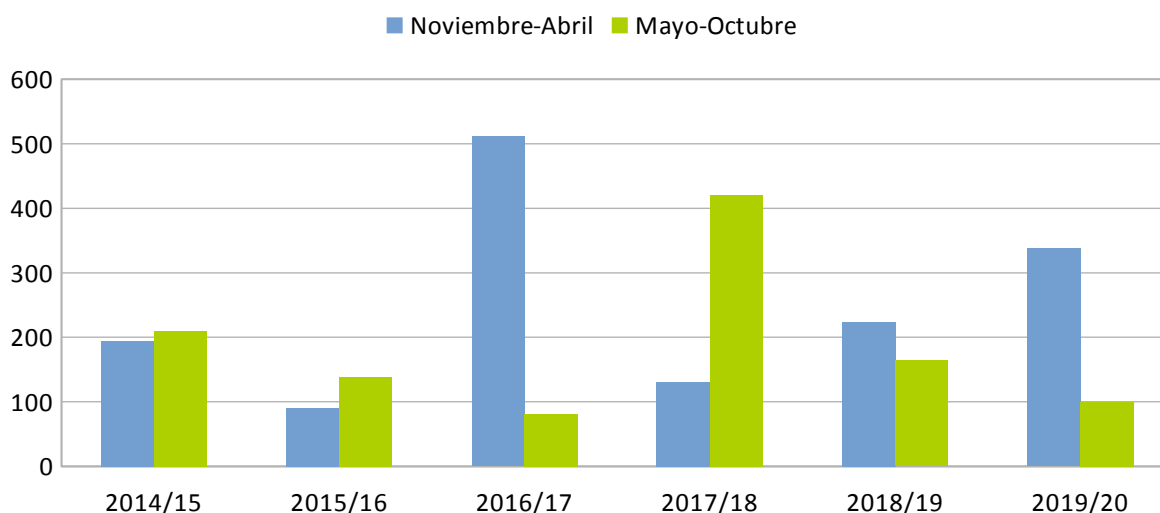


Figura 15. Pluviometría de las áreas limítrofes de l'Albufera. Precipitación acumulada semestral. Fuente: AVAMET (Asociación Valenciana de Meteorología). Estaciones meteorológicas (zona Huerta Oeste, Sur y Valencia).

Durante el periodo 2015-2020 se observa que los valores más bajos de pluviometría entre los meses de noviembre-abril corresponden a los años 2015/16 y 2017/2018 (ver figura 12), que coincide con el máximo desarrollo de los macrófitos en l'Albufera de los años 2016 y 2018.

Los fuertes vientos de poniente en otoño e invierno influyen negativamente en el establecimiento de las poblaciones de macrófitos en el lago, sobre todo en las zonas más expuestas. El viento provoca oleaje que ya de por sí hace que los macrófitos se desarraiguen del fondo. Además, al ser una zona poco vegetada y con lecho de partícula fina, las corrientes y el oleaje levantan las finísimas partículas del fondo, provocando una gran turbidez con la consiguiente pérdida de luminosidad en la columna de agua. Por ello el establecimiento de las plantas acuáticas en cualquier cuerpo acuático de tamaño considerable suele comenzar desde las orillas hasta el centro de la laguna, como resultado del refugio de la fuerte batimetría ocasionada por el oleaje. Debido a esto también, son zonas donde se acumula el germoplasma necesario para la germinación o desarrollo vegetativo de las plantas acuáticas. En l'Albufera se observa perfectamente este proceso.

² Infraestructuras y Eutrofización en l'Albufera de València. El Modelo Cabhal. Tesis Doctoral. Miguel Mondría García. UPV. 2010.

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.

En el año 2014 se dejan de derivar directamente al lago las aguas regeneradas de la EDAR de Pinedo en los meses de invierno, época en que los arrozales permanecen secos, mientras que sí se utilizan durante el cultivo del arroz.

A continuación, se analizan los valores de caudal aportado a l'Albufera procedente de la acequia Real del Júcar (ARJ) de los meses previos al inicio del crecimiento de los macrófitos, cuando no ha empezado el cultivo del arroz (periodo Nov-Abril). Los arrozales se encuentran en seco, por lo que el agua va directamente al lago y por tanto es el momento en el que se estima más beneficioso. Se ha considerado únicamente los aportes de agua de la ARJ por suponer más del 80% del caudal que entra al lago y el de mayor calidad.

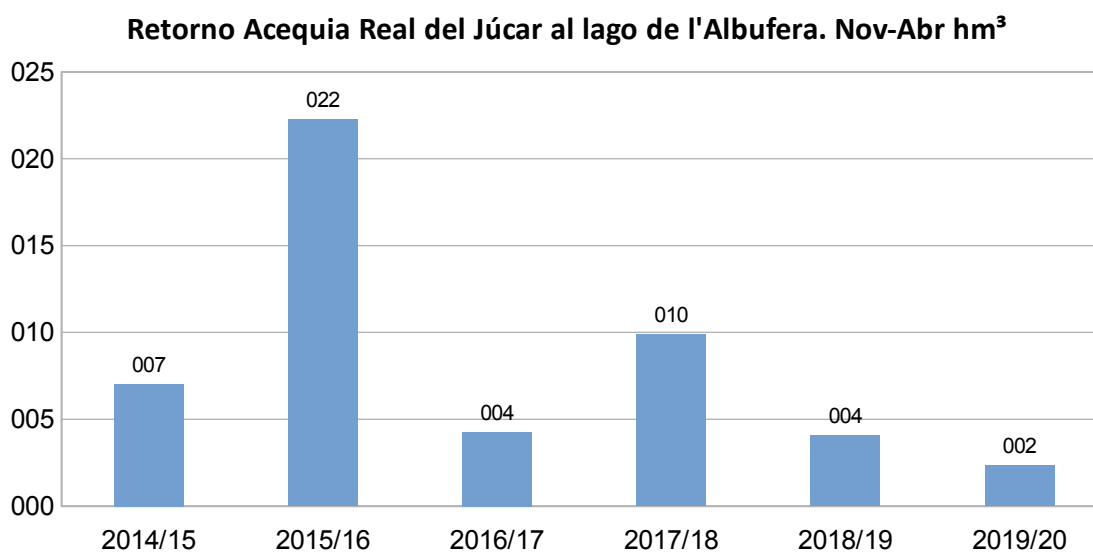


Figura 16. Evolución de los caudales vertidos al lago de l'Albufera por la acequia Real del Júcar, periodo Nov-Abr.
Fuente: SDA (Ajuntament de València)

Los caudales vertidos al lago por la acequia Real del Júcar sufren una reducción desde los años 80 pasando de caudales que superaban los 150 Hm³ a caudales que no superan los 20 Hm³ de media desde el año 2000. En el periodo 2015-2020 la aportación de agua de la ARJ no supera los 7 Hm³ excepto en los periodos 2015/16 y 2017/2018 (ver figura 16), que coincide con el máximo desarrollo de los macrófitos en l'Albufera de los años 2016 y 2018.

Aplicación de pesticidas

El cultivo del arroz comienza a mediados de mayo y finaliza en septiembre. Durante estos meses se aplican diferentes productos fitosanitarios para controlar el crecimiento de hierbas no deseadas durante el cultivo, así como plagas producidas por hongos e insectos.

En la siguiente tabla se muestran los pesticidas más utilizados en los últimos años en el cultivo del arroz en el PN de l'Albufera. El método de aplicación de estos fitosanitarios es pulverizando los cultivos, y puede ser terrestre mediante tractor o aéreo con avioneta o helicóptero.

Tabla 3: Pesticidas más empleados en el cultivo de arroz en el PN de l'Albufera (2016-2020).

Pesticida (Ingrediente Activo)	Clase de Producto
Acetamiprid	Insecticida (Pulgones)
Azoxitrobina	Fungicida (Piricularia).
Bentazona	Herbicida de contacto. Controla malas hierbas de hoja ancha (Dicotiledóneas).
Cihalofop-butil	Herbicida post-emergente de acción sistémica selectivo en el cultivo de arroz (Gramíneas).
Penoxulam	Herbicida post-emergente de acción sistémica de amplio espectro. (Alismataceas, Ammania, Ciperaceas, Echinocloa, etc.).
Procloraz	Fungicida (Helminthosporium, Piricularia).
Tebuconazole	Fungicida (Piricularia).
Tiabendazol	Fungicida.
Propanil	Herbicida de contacto de rápida acción y de amplio espectro (Controla gramíneas, hoja ancha y Ciperáceas).

En los meses de cultivo del arroz las poblaciones de macrófitos localizadas en acequias, canales y en algunas zonas del lago sufren un deterioro cambiando la coloración y porte, pero sin llegar a desaparecer.

En el CCEDCV El Palmar se realizó en verano de 2017 una experiencia de exposición de 4 fitosanitarios utilizados durante el cultivo del arroz (Penoxulam, Cihalofop-butil, Procloraz y Bentazona) sobre 4 de las especies que se desarrollan en l'Albufera (*Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton nodosus* y *Potamogeton pectinatus*).

Se fue aumentando la concentración de producto en las dosis aplicadas, de manera que en una fase inicial se aplicó la mitad de la dosis recomendada en la etiqueta de cada uno de los productos y al final del ensayo se aplicó hasta cuatro veces la dosis recomendada por el fabricante.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla (ver tabla 4), valorándose la afección sobre 3 características del crecimiento de las plantas (coloración de las hojas, afección a la superficie foliar y afección al desarrollo general de la planta). Para valorar de forma cuantitativa el grado de afección de cada uno de los productos usados sobre cada especie se utilizaron 4 categorías, "AFECCIÓN NULA" (representada con un 0) "AFECCIÓN LIGERA" (representada con un

1), "AFECCIÓN MEDIA" (representada con un 2) y "AFECCIÓN SEVERA" (representada con un 3).

Tabla 4: Resultados de los análisis de pesticidas sobre las cuatro especies de macrófitos dulceacuícolas más frecuentes en el lago e inmediaciones.

		Aplicación				Aplicación				Aplicación				Aplicación				total				
		½ x dosis				1 x dosis				2 x dosis				3 x dosis					4 x dosis			
		Cd	Ms	Pn	Pp	Cd	Ms	Pn	Pp	Cd	Ms	Pn	Pp	Cd	Ms	Pn	Pp		Cd	Ms	Pn	Pp
TANQUE 1: PENOXUSULAM	Coloración hojas	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	1	3	3	3	27
	Afección superf tie foliar	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	3	1	2	3	2	1	2	3	3	2	26
	Afección desarrollo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	23
TANQUE 2: CIHALOFOP-BUTIL	Coloración hojas	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	1	3	3	3	28
	Afección superf tie foliar	0	0	0	1	1	0	1	0	1	2	3	1	2	3	3	1	2	3	3	2	29
	Afección desarrollo	0	1	0	0	0	1	1	0	0	2	2	1	2	3	2	2	2	3	3	3	28
TANQUE 3: PROCLORAZ	Coloración hojas	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	1	3	3	3	28
	Afección superf tie foliar	0	0	0	0	1	1	2	0	0	2	2	2	2	3	3	1	2	3	3	2	29
	Afección desarrollo	0	0	0	0	1	0	1	1	0	2	1	1	2	3	3	2	3	3	3	2	28
TANQUE 4: BENTAZONA	Coloración hojas	0	1	2	1	0	1	1	1	1	1	3	2	1	2	3	3	1	3	3	3	33
	Afección superf tie foliar	0	2	1	0	1	1	2	0	1	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	36
	Afección desarrollo	0	0	1	0	1	1	1	1	1	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	37
TANQUE 5: CONTROL	Coloración hojas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
	Afección superf tie foliar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Afección desarrollo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total		0	4	5	2	5	7	13	6	8	21	28	19	21	31	35	26	23	35	36	30	

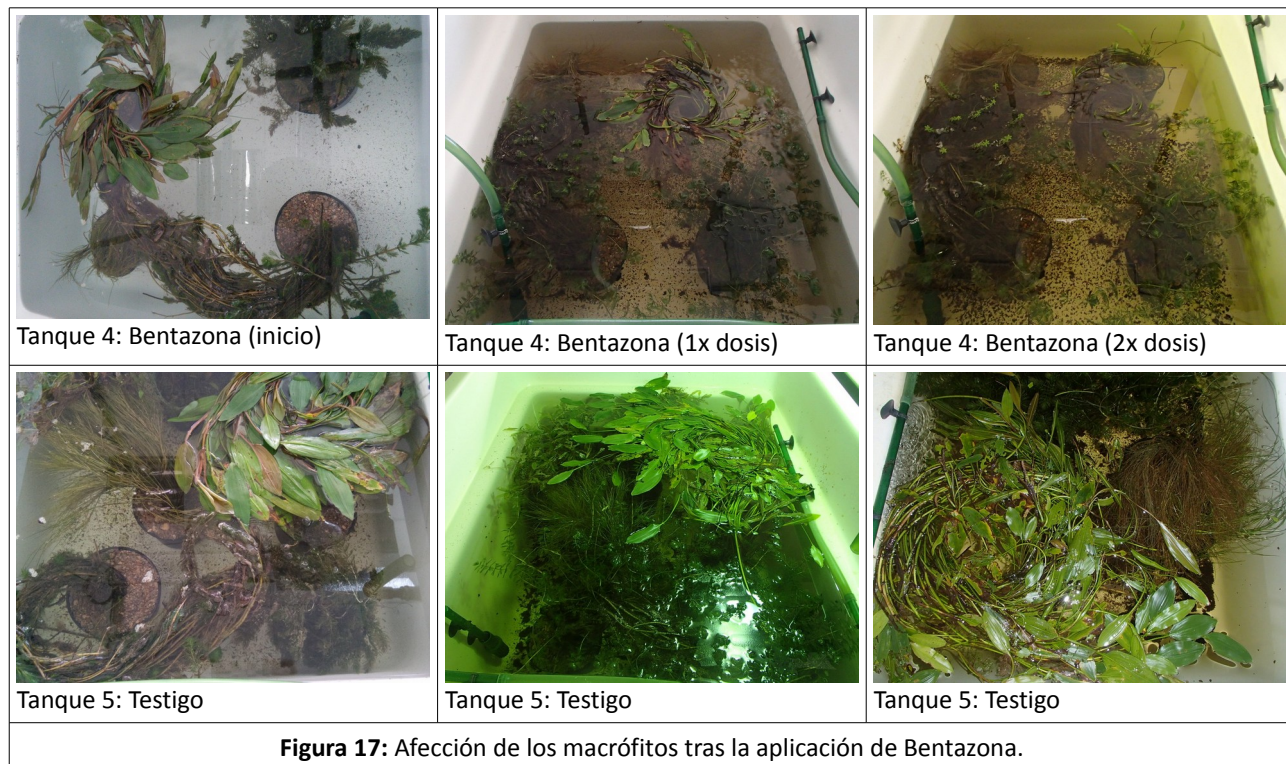


Figura 17: Afección de los macrófitos tras la aplicación de Bentazona.

La afección de los macrófitos a los pesticidas fue inmediata, incluso cuando se les aplicó la mitad de la dosis recomendada por el fabricante. Se observó afecciones graves en el desarrollo y crecimiento de los mismos y por supuesto muy graves con dosis superiores, aunque finalmente no llegaron a morir.

La especie más afectada fue *Potamogeton nodosus*, seguida de *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus* y por último *Ceratophyllum demersum*. Todos los pesticidas afectaron gravemente a las plantas aunque se observó que el más rápido en hacerlo fue la bentazona (herbicida de contacto para el control de malas hierbas de hoja ancha y ciperáceas), por el contrario el penoxulam (herbicida de postemergencia, contra especies de hoja ancha, plantas acuáticas y algunas gramíneas anuales) resultó de efecto más retardado.

La detección de pesticidas en el lago se realiza a través de analíticas recogidas dentro del Programa de Seguimiento de Zonas Húmedas desde el año 2016 (ver figura 18 y tabla 5). Las analíticas se realizan entre los meses de junio y septiembre, época del cultivo del arroz, cuando se aplican los tratamientos. Se analizan alrededor de 90 sustancias activas presentes en los pesticidas, de las cuales se citan solo las principales y de las que se han detectado resultados positivos.



Figura 18. Puntos de muestreo de pesticidas en el lago de l'Albufera

Tabla 5: Resultados de los análisis de pesticidas ($\mu\text{g/l}$) detectados en el lago de l'Albufera.

	Mes	2016					2017					2018					2019					2020				
		A1	A2	B1	B2	C2	A1	A2	B1	B2	C2	A1	A2	B1	B2	C2	A1	A2	B1	B2	C2	A1	A2	B1	B2	C2
Tebuconazole	jun	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,19	0,2		0,18	0,2						<0,1	0,19	0,22	0,23	0,21		0,19	<0,1	0,13	0,13
	jul	0,5	0,4		0,4	0,5				0,24	0,3	0,43	0,9	0,37	0,27	0,33	0,29	0,29	0,26	0,3	0,27		0,17	0,1	<0,1	0,12
	ago	0,7	0,9	0,7	0,7	1	0,9		0,9			1,02	1,2	0,99	1,02	1,1		0,93	1,05		1,14		0,28	0,28	0,29	0,29
	sept						2,3	3,2	2,4	2	2		0,79		1,41	0,79	0,96	1,01	0,87	1,15	1,14		0,16		0,17	0,18
Acetamiprid	jun	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1						<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	jul	0,1	0,1		0,1	0,1				<0,1	<0,1	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		0,28	0,1	<0,1	<0,1
	ago	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1			0,11	0,11	0,1	0,11	0,11		0,13	0,17		0,14		0,11	0,11	0,11	0,1
	sept						0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		<0,1		<0,1	<0,1	0,1	0,11	<0,1	<0,1	0,11		0,11		<0,1	<0,1
Procloraz	jun	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1						<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	jul	<0,1	0,8		<0,1	<0,1				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	ago	1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3		0,2			0,29	0,25	0,24	0,20	0,24		0,19	0,27		0,18		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	sept						0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	0,1		<0,1		<0,1	<0,1
Azoxitrobina	jun	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1						<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	jul	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,12	<0,1	<0,1	<0,1
	ago	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1			1,65	1,82	1,54	1,1	1,1		3,8	1,93		1,38		1,74	1,41	1,37	1,77
	sept						0,8	0,6	1,1	1	0,7		2,16		5	4,36	4,9	3,37	3,99	3,65	3,11		1,52		1,55	1,54
Penoxulam	jun																0,61	0,29	0,24	0,73	0,52					
	jul																0,21	0,27	0,26	0,21	0,27					
	ago																	<0,1	0,1		<0,1					
	sept																	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Tiabendazol	jun	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1						0,25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	jul	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	ago	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1			<0,1		<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1		<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	sept						<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1		<0,1	<0,1
Bentazona	jun																						0,11	0,12	<0,1	<0,1
	jul																						6,04	2,45	2,68	1,33
	ago																						8,06	7,57	7,92	11,24
	sept																						3,98		3,33	3,51

* Las casillas en blanco indican analíticas no realizadas.

Los valores <0,1 indican pesticidas analizados pero no detectados por no alcanzar el límite de cuantificación.

Para valorar los resultados se han analizado los valores medios por años y pesticidas de las 5 estaciones de muestreo (ver figura 19). Los resultados son sesgados ya que no se dispone de una serie continua de datos, por lo que resulta complicado sacar conclusiones.

Durante el periodo de estudio (2016-2020), según las analíticas realizadas, se observa un incremento gradual en las dosis detectadas de pesticidas en l'Albufera. Entre los productos detectados destacan la Bentazona, Azoxitrobina y Tebuconazole. Por otro lado, Tebuconazole y Acetamiprid se detectan todos los años, seguido de Procloraz y Azoxitrobina detectados 4 de los 5 años del estudio. En el año 2020 se alcanzan valores medios altos de pesticidas, siendo la Bentazona el producto detectado con concentraciones mucho mayores que el resto de pesticidas

(figura 19).

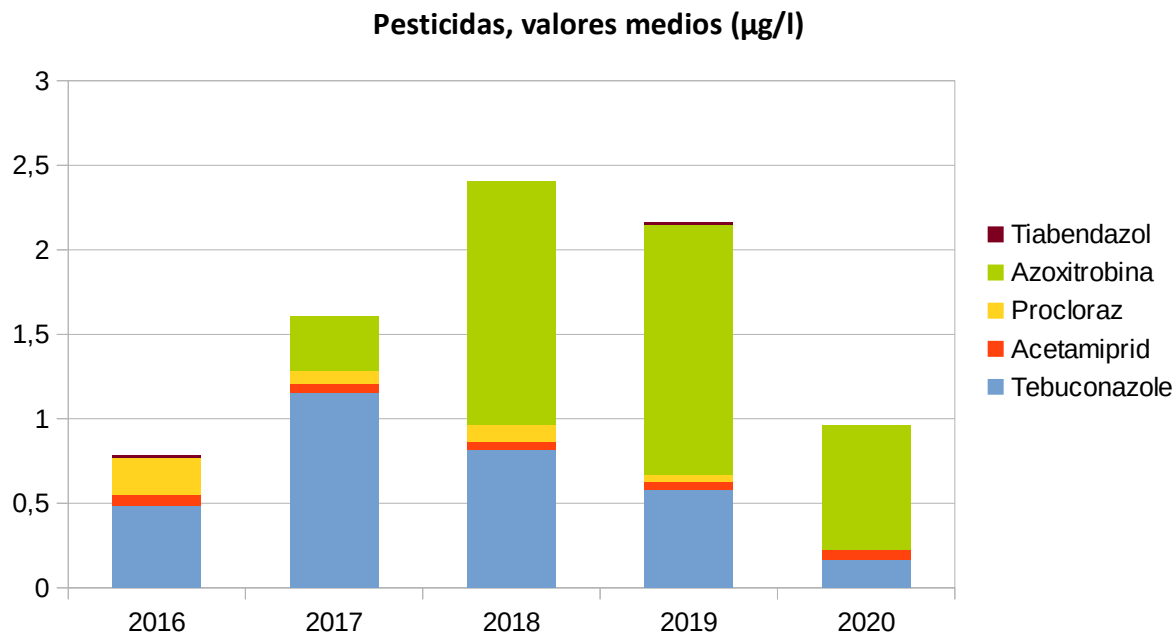


Figura 19. Pesticidas detectados en el lago de l'Albufera. Valores medios. Periodo 2016-2020.

A pesar de ello, en las analíticas realizadas se detectan valores muy bajos de plaguicidas, son del orden de $\mu\text{g/l}$, y en una gran cantidad de muestras los valores no alcanzan ni el límite de detección del laboratorio ($<0,1$) según puede verse en la tabla 5.

Además, la toxicidad de estos compuestos, no es elevada, con valores de DL50, LC50 o EbC50, para organismos acuáticos (algas, invertebrados y vertebrados), medidos en mg/L , 3 órdenes de magnitud mayor que la concentración que estamos encontrando en los resultados del agua de l'Albufera, en cualquiera de los casos analizados (tabla 6).

Tabla 6: Resumen de los niveles de ecotoxicidad según etiqueta del producto de los plaguicidas detectados en el lago de l'Albufera.

ECOTOXICIDAD	Tiabendazol	Azoxitrobina	Procloraz	Acetamiprid	Tebuconazoide
Bioacumulación	no	sí	sí	no	no
Estabilidad en medio acuático	sí	248 días	duradero	365 días	1-4 semanas
Estabilidad en suelos	sí	35,2 días	duradero	34,8 días	19-91 días
Movilidad	baja	media-baja	inmóvil	inmóvil	inmóvil
Toxicidad en					
Peces (LC50, 96h)*	1,3 mg/L	0,47 mg/L	3,05 mg/L	>100 mg/L	4,68 mg/L
Dafnia (LC50, 48h)**	1,4 mg/L	0,23 mg/L	4,00 mg/L	>159 mg/L	16 mg/L
Algas verdes (EbC50, 72h)***	5,4 mg/L	0,36 mg/L	1,42 mg/L	97,8 mg/L	9,12 mg/L

Aves	-	>2000 mg/L	>2000 mg/L	-	>2000 mg/L
Abejas (oral) (contacto)	-	25 µg/L >200 µg/L	NO TÓXICO	-	>190 µg/L >216 µg/L
Etiqueta de acuerdo a las directivas EC****					
	R50/53	R50/53 H400 H410	R50/53 H410	R50/53 H400 H410	R50/53 H400 H410

*DL50: dosis letal a la que muere el 50% de la población en un período de tiempo determinado; una **LC50 es la concentración letal requerida para matar al 50% de la población.

***EbC50 (unidad: mg / L): la concentración de la sustancia de ensayo que da como resultado una reducción del 50 por ciento en el crecimiento de la biomasa (EbC50) en relación con el control dentro de las 72 horas de exposición. Se considera un criterio de valoración agudo.

****Etiqueta

R50/53: Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos.

H410: Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos.

H361: Se sospecha que perjudica la fertilidad o daña al feto.

Estos productos aplicados en el arrozal se van depositando en el sustrato o se van disolviendo en el agua, tras el lixiviado y la propia circulación del agua durante el cultivo del arroz, acaban llegando al lago de la Albufera, donde se van acumulando en el fondo como producto contaminante o permanece disuelto y por consiguiente disponible y susceptible de ser captado por la flora y fauna silvestres. Dada la estabilidad de los plaguicidas estudiados y a su nula o baja movilidad, generalmente no se presentan disponibles. Los niveles de contaminación por plaguicidas encontrados son inferiores a las concentraciones consideradas tóxicas para los organismos acuáticos del lago.

No obstante, a lo largo los años 2015-2020, se ha observado que la aplicación de fitosanitarios en el cultivo del arroz provoca efectos claramente notables en las poblaciones de macrófitos del lago y canales o acequias circundantes durante los meses del cultivo, siendo más evidentes en las especies de hoja ancha como *Potamogeton nodosus*. Esta observación visual no se refleja con las analíticas de los productos detectados en el lago ya que los efectos sobre el medio ambiente y la ecotoxicidad sobre los organismos que se indican en las etiquetas se calculan bajo condiciones ideales de laboratorio. Realmente sus efectos sobre el medio ambiente vienen a determinarse por multitud de factores como las condiciones físico-químicas particulares del medio, las distintas especies diana, la exposición a más un producto a la vez, etc., lo que hace que sólo se puedan valorar y analizar sus efectos con un estudio pormenorizado para cada uno de los productos.

Es muy importante reseñar sobre posibles contaminaciones producidas por vertidos accidentales o por la realización de tratamientos no adecuados en el cultivo por ello siempre se indica en la etiqueta del producto que se respeten las dosis recomendadas por el fabricante.

Como hemos mencionado anteriormente, si observamos los valores medios anuales de pesticidas detectados en el lago, la tendencia va en aumento. Hay que considerar no obstante que no se

dispone de una serie continua de datos de Bentazona y Penoxulam. Bentazona sin embargo, de acuerdo con los ensayos realizados en laboratorio es uno de los productos que causan más efectos negativos sobre los macrófitos.

Si se relaciona con el desarrollo de los macrófitos en el lago, observamos que siguen una tendencia similar, exceptuando el 2018 donde proliferan mucho los macrófitos, probablemente a causa de otros factores como es el segundo mejor aporte de agua de calidad procedente de la Acequia Real del Júcar (9,89 Hm³) del periodo de estudio. Los mejores años en cuanto al desarrollo de los macrófitos son 2018, seguido de 2016. A partir de 2017 empeora la situación, siendo 2019 y 2020 los años de menor desarrollo.

Afección por fauna.

La fauna dulceacuícola establece relaciones directas sobre la vegetación, ya sea por consumo directo por los herbívoros o por albergar a multitud de alimento para las especies carnívoras que al tratar de alimentarse afectan a la estabilidad de las plantas acuáticas. Por lo tanto, la cantidad de biomasa presente en un cuerpo acuático es fundamental para el establecimiento más o menos exitoso de los macrófitos. Las especies de peces más abundantes en l'Albufera son las llisas (*Mugil cephalus*) y carpas (*Cyprinus carpio*), son herbívoros y "ramoneadores", van buscando alimento bajo el fango y desenraizan la posible vegetación que pueda existir, lo que implica un aumento de la turbidez, disminuyendo la transparencia del agua y la biomasa de macrófitos. En 2007 se realizó un estudio en el CCEDCV El Palmar comprobándose la afección de la fauna piscícola sobre los macrófitos presentes en el lago de l'Albufera³. De las dos especies seleccionadas, carpas y llisas se observó que las carpas ejercían mayor presión sobre los macrófitos.

La pesca que se realiza en el lago de l'Albufera es bajo demanda por lo que no es equiparable el volumen de pesca con la biomasa real de peces existente en el lago y por tanto no se puede determinar su variación a lo largo de los años. Un mayor esfuerzo de pesca supuestamente implicaría disminución de la biomasa piscícola en el lago lo que favorecería el desarrollo de los macrófitos. Los datos de pesca del periodo de estudio (ver figura 20) indican valores bastante regulares por lo que no es posible sacar conclusiones apreciables.

En 2018 se aprueba la orden 5/2018 para regular los niveles del lago mediante la apertura de compuertas. Ésto implica mas tiempo de apertura de compuertas y mayor entrada de peces al lago, fundamentalmente llisas, lo que también podría influir en un aumento de presión sobre los macrófitos.

³ Efecto de las especies de fauna piscícola sobre los macrófitos dulceacuícolas. Ensayos *ex situ*. Servicio de Conservación de la Biodiversidad. Febrero 2007.

Capturas de Carpa y Llisa Comunitat El Palmar (Kg)

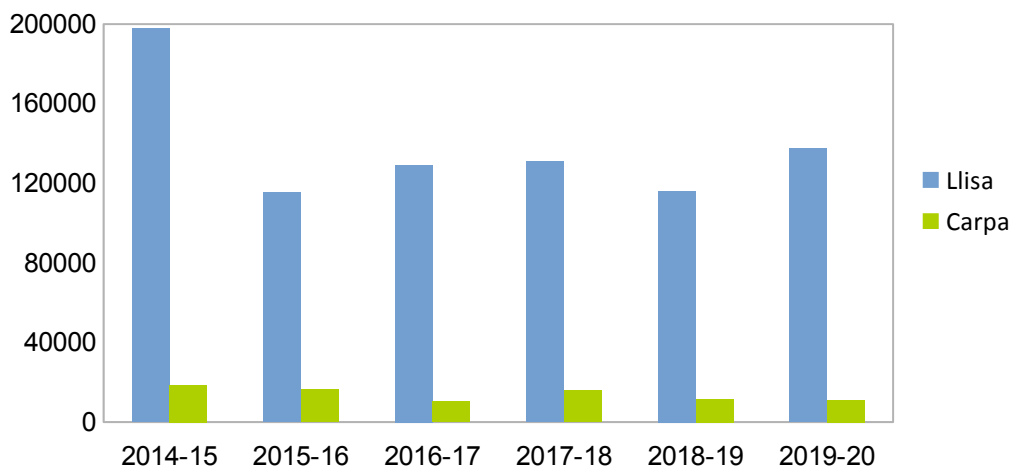


Figura 20. Capturas de Carpa y Llisa realizadas por la Comunidad de pescadores El Palmar. Periodo de pesca de Octubre a Junio. Años 2014-2020.

Por otro lado, algunas especies de aves acuáticas buscan alimentos en las praderas de macrófitos sumergidas. Efectúan una acción directa sobre las hojas y ramas de la planta sumergida “mordisqueándolas”. Son comunes ver los patos colorados, las fochas y el ánade real realizando esta acción, bien alimentándose directamente de las plantas o bien buscando los ejemplares de zooplancton refugiados entre ellas. Como indicador de la presión de herbívoros puede utilizarse el número de parejas nidificantes del ánade real, que el sólo representa el 96,2% de las acuáticas reproductoras en l'Albufera para le periodo 2014-20.

Parejas nidificantes de Ánade real

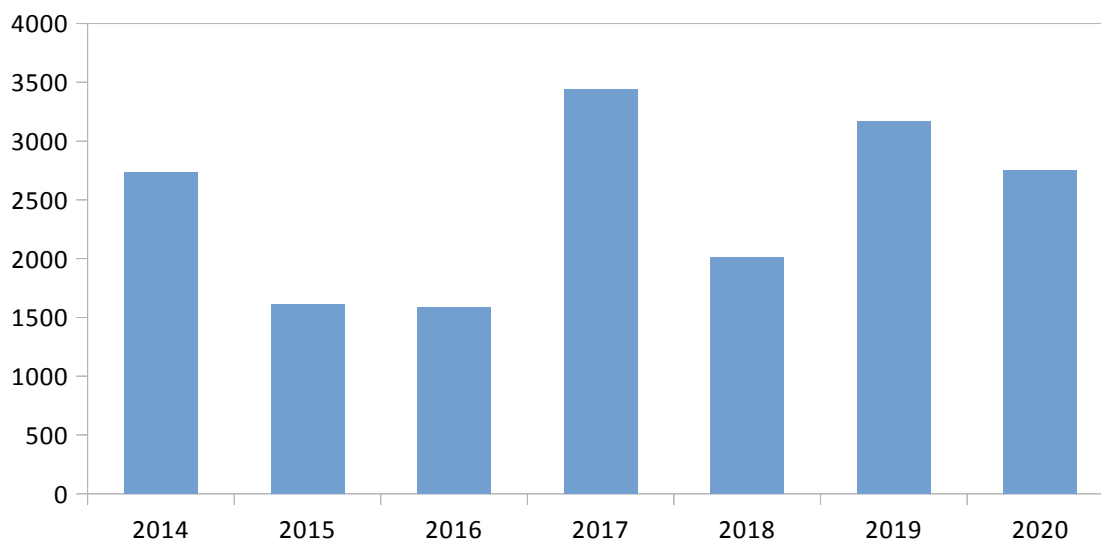


Figura 21. Parejas nidificantes de Ánade real en el PN de l'Albufera (periodo 2014-2020)

Los resultados indican que en los años 2015, 2016 y 2018 son en los que se detecta un menor número de aves acuáticas nidificantes, que coincide con el mayor desarrollo de los macrófitos del periodo de estudio en el lago de l'Albufera (años 2016 y 2018), excepto en el año 2015. El resto de años el resultado de los censos es mayor superándose las 2.500 parejas, lo que coincide con un menor desarrollo de los macrófitos en el lago. El herbivorismo de las aves acuáticas ejercen cierta presión sobre las praderas de macrófitos, pero son uno más de los diferentes factores que afectan a los mismos.

VALORACIÓN

A continuación se realiza una valoración global a partir de los datos obtenidos de los parámetros de control en relación a los resultados obtenidos en las campañas de muestreo de macrófitos de primavera, época favorable de crecimiento y desarrollo de los mismos.

Para la baremación de los parámetros de control se han seleccionado tres categorías indicando así el estado de conservación de los macrófitos según los valores obtenidos (ver tabla 6). Las variables ambientales seleccionadas son cuatro (ver figura 22).

**Parámetros ambientales analizados en los resultados sobre los macrófitos del lago de La Albufera
 Periodo Noviembre-Abril de los años 2015-2020**

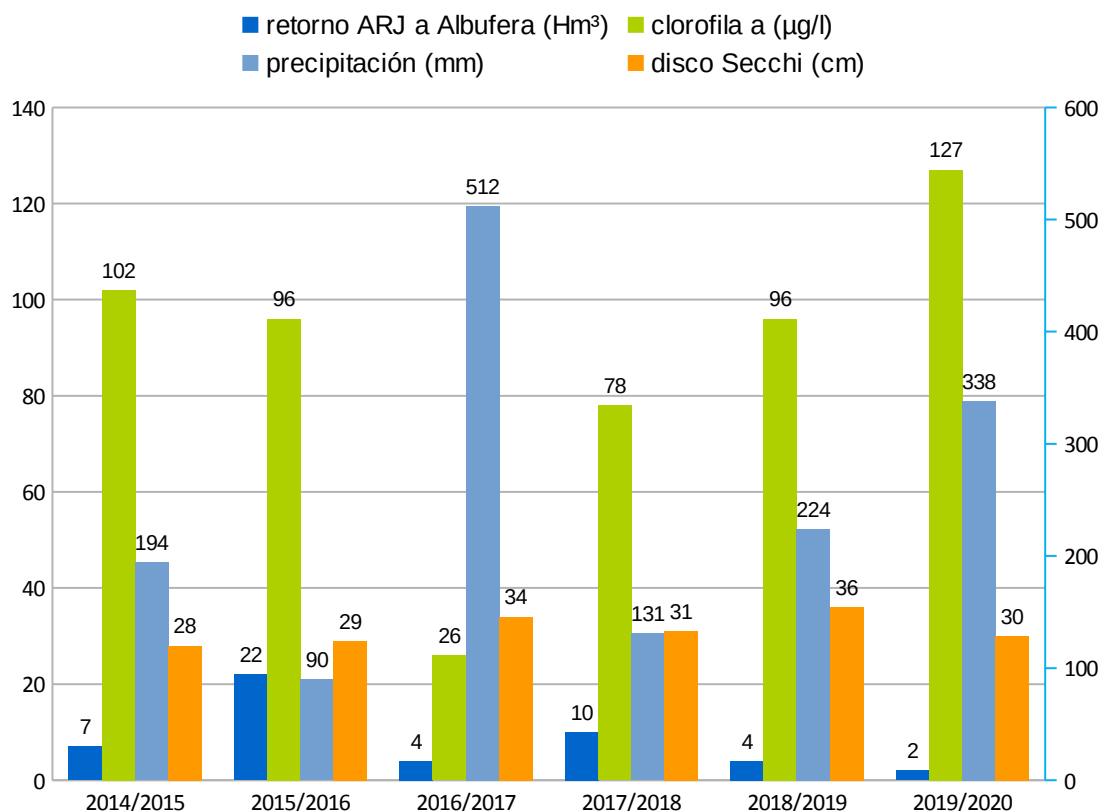


Figura 22. Variables ambientales seleccionadas en la valoración de los resultados.

**Tabla 7: Baremación de los parámetros de control
en el lago de l'Albufera**

Parámetros en estudio	valoración	Puntuación
Clorofila-a ($\mu\text{g/l}$)		
< 50	Bueno	3
50-100	Medio	2
> 100	Malo	1
Transparencia (cm)		
> 30	Bueno	3
20-30	Medio	2
< 20	Malo	1
Precipitaciones (mm)		
< 150	Bueno	3
150 - 300	Medio	2
> 300	Malo	1
Caudal ARJ aportado al lago (Hm^3)		
> 10	Bueno	3
5-10	Medio	2
< 5	Malo	1

Se observa al cruzar dichos datos con la superficie total de macrófitos obtenida en las 4 áreas de muestreo en las campañas de primavera (ver tabla 8), que las temporadas con mayor presencia de macrófitos y mejor puntuación corresponden a los años 2016 y 2018, que coincide con los datos obtenidos en las campañas de muestreo.

**Tabla 8: Valoración de parámetros y relación con la superficie total de macrófitos en las 4 áreas de muestreo
en el lago de l'Albufera en las campañas de primavera.**

CAMPAÑA PROSPECCIÓN	Macrófitos Total m^2	Clorofila-a	Transparencia	Precipitaciones	Caudales ARJ	Puntuación Total
PRIMAVERA 2018	106.203	2	3	3	2	10
PRIMAVERA 2016	12.723	2	2	3	3	10
PRIMAVERA 2017	9.090	3	3	1	1	8
PRIMAVERA 2020	5.440	1	3	1	1	6
PRIMAVERA 2019	4.294	2	3	2	1	8
PRIMAVERA 2015	257	1	2	2	2	7

CONCLUSIONES

- La factores que influyen en el estado de conservación de los macrófitos en el lago de l'Albufera son múltiples y no se pueden valorar de manera independiente. Las variables ambientales presentadas en este informe influyen en mayor o menor medida dependiendo del año y de la temporada en las que se analizan.
- La calidad de agua es el principal factor relacionado con el establecimiento de los macrófitos. Por ello se observa que si el aporte de agua de calidad es mayor y en la época favorable de crecimiento, las poblaciones de macrófitos en el lago aumentan.
- Las especies de macrófitos acuáticos encontrados durante el estudio y seguimiento han sido *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton nodosus*, *Potamogeton pectinatus* y *Najas marina*, especie esta última localizada por primera vez en el lago en el año 2016. La más abundante ha sido en el periodo 2015-2020, *Myriophyllum spicatum*.
- El lago de l'Albufera se considera hipertrófico sin embargo se observa una tendencia favorable en la evolución de la eutrofización del lago. Si se toman como indicadores las medias anuales tanto de clorofila-a como de transparencia con valores en torno a 100 ug/l de clorofila-a y 30 cm de profundidad de disco de Secchi. Si nos fijamos en las medias semestrales observamos mejores condiciones entre los años 2015 y 2018 y un empeoramiento en 2019 y 2020, lo que coincide con el desarrollo de los macrófitos durante esos periodos.
- Todas las variables ambientales presentadas influyen en la pérdida de calidad del agua en mayor o menor medida. En la valoración de los resultados vemos que si cruzamos dichas variables la evolución favorable de los macrófitos coincide con los años 2016 y 2018, cuando se obtienen las mayores coberturas de planta. Las estaciones de control situadas en l'Albufera Norte (UTM 2959) y l'Overa (UTM 2956) son las que aportan mejores resultados, por el contrario la cuadrícula situada en el centro del lago, YJ2757 (l'Albufera Centro) es la que siempre aporta peores resultados de colonización de macrófitos, seguramente achacado a que es la más expuesta al oleaje y dinámica del agua.
- La exposición a los productos fitosanitarios usados en el cultivo del arroz tiene efectos negativos sobre la flora dulceacuícola, aunque por si solos no producen su desaparición. Las analíticas realizadas detectan concentraciones muy bajas de los mismos no llegando a ser tóxicos *per se*. Sin embargo, temporada tras temporada se observa cómo al comenzar el cultivo del arroz en el parque las comunidades de macrofitos que se hayan podido establecer incipientemente a comienzos de primavera, mueran considerablemente.
- La fauna piscícola del lago también influye en el establecimiento de las poblaciones de macrófitos causando predación sobre los mismos y contribuyendo a la turbidez y falta de transparencia. Las aves acuáticas herbívoras se alimentan de macrófitos y también afectan a su desarrollo.
- Los macrófitos del lago están en constante equilibrio inestable y cualquier mínima afección puede

desencadenar la desaparición de las pequeñas manchas establecidas en aquellas zonas del lago donde las condiciones son menos severas.

- Para el establecimiento de las comunidades de macrófitos en el Parque Natural de l'Albufera, se debería reducir drásticamente el efluente contaminante y aumentar el aporte de caudales de calidad.

**Servicio de Vida Silvestre y Red Natura 2000
Agosto 2021**