



INFORME:

INFORME DE RESULTADOS PARA EL ESTUDIO DE BLOOMS DE CIANOBACTERIAS: JULIO

TÍTULO DEL PROYECTO:

Seguimiento del estado de los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Segura para la detección de episodios de bloom de cianobacterias

ELABORADO POR: DNOTA

REVISADO POR: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL SEGURA, O.A.

Informe resultados julio 2022

Foto de portada: Presa del embalse del Judío



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA, O.A.

Informe resultados julio 2022

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

Seguimiento del Estado de los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Segura para la detección de episodios de bloom de cianobacterias

Objeto del informe: INFORME DE RESULTADOS PARA EL ESTUDIO DE BLOOMS DE CIANOBACTERIAS: JULIO

Dirección y Confederación Hidrográfica del Segura

Coordinación de los trabajos: Avda. Acisclo Díaz 5A, 30005 Murcia



Empresa actuante: DNOTA MEDIO AMBIENTE

Ctra. Bailen-Motril, Parcela 102-B "Edificio de Cristal 2" Pol. Juncaril. C.P. 18210 PELIGROS (Granada)

d·nota

Dirección y Coordinación del estudio: Silvia Gómez Rojas
Área de Calidad de Aguas

EQUIPO DE TRABAJO:

DELEGADO DEL CONSULTOR: Luis Archilla Castillo

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN: David Fernández Moreno

Fecha de edición: Julio 2022

Cita del informe: Confederación Hidrográfica del Segura. 2022. Seguimiento del Estado de los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Segura para la detección de episodios de bloom de cianobacterias. Informe de resultados para el estudio de blooms de cianobacterias: julio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

-	
1. INTRODUCCIÓN	5
2. PUNTOS DE CONTROL Y PARÁMETROS ANALIZADOS	6
3. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD	8
4. RESULTADOS Y EVALUACIÓN	8
4.1. ENSAYO MOLECULAR	11
4.2. ALFONSO XIII	12
4.3. EMBALSE DE ALGECIRAS	13
4.4. EMBALSE DE ANCHURICAS	13
4.5. EMBALSE DE ARGOS	13
4.6. EMBALSE DE CAMARILLAS	14
4.7. EMBALSE DE CENAJO	14
4.8. EMBALSE DE LA CIERVA	14
4.9. EMBALSE DE CREVILLENTE	14
4.10. EMBALSE DE FUENSANTA	15
4.11. EMBALSE DEL JUDÍO	15
4.12. EMBALSE DE OJOS	15
4.13. EMBALSE DE LA PEDRERA	15
4.14. EMBALSE DE PUENTES	16
4.15. EMBALSE DE LA SANTOMERA	16
4.16. EMBALSE DE TAIBILLA	16
4.17. EMBALSE DE TALAVE	16
4.18. EMBALSE DE VALDEINFIERNO	17
5. CONCLUSIONES	17
6. BIBLIOGRAFIA	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen de los puntos de control	7
Tabla 2. Valores de referencia para establecer las distintas fases	8
Tabla 3. Valores de los principales parámetros obtenidos en los embalses muestreados .	9
Tabla 4. Cuantificación de cianobacterias presentes en las muestras y de los genes responsables de la producción de toxinas.....	11

1. INTRODUCCIÓN

Tal y como indica el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT), mensualmente será entregado un informe de valoración de resultados de cada embalse muestreado. En este informe se verá reflejado un resumen de las características ambientales, así como de la posible aparición o desarrollo de blooms de cianobacterias, las especies principales que en este caso exista, la posible toxicidad y, en definitiva, las particularidades que vendrán asociadas según el tipo de taxón dominante.

Según se encuentra reflejado en la oferta realizada por la empresa adjudicataria se ha realizado un ensayo molecular para cada uno de los embalses. Este permite detectar la presencia de cianobacterias tóxicas, incluso en concentraciones muy bajas, detectando aquellos genes responsables de la producción de toxinas, pudiendo así detectar la presencia de las mismas cuando aún no se ha desarrollado un bloom de este grupo algal. Esto nos permite con cierta antelación poder saber dónde se podría desarrollar un bloom antes de que se haya producido, teniendo siempre en cuenta que no tienen por qué alcanzarse esos niveles de crecimiento masivo.

No será igual que el Bloom esté provocado por determinadas especies consideradas frecuentemente tóxicas (*Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Dolichospermum*, etc.), según datos históricos y bibliográficos, o por especies que pueden ser potencialmente tóxicas pero cuya toxicidad no ha sido detectada en España hasta el momento.

Dicho esto, en este estudio mensual se pretende conocer las particularidades de los distintos grupos según ciertas características ambientales, con el objetivo de llegar a predecir un posible crecimiento masivo. A continuación, se comentan los resultados de cada uno de los embalses muestreados en el mes de julio.

2. PUNTOS DE CONTROL Y PARÁMETROS ANALIZADOS

Se muestran en la Tabla1 los puntos de control con fecha, hora y coordenadas UTM. El tipo de muestreo, será mediante embarcación e integrada, salvo en aquellos casos en los que la lámina de agua no permita el uso de embarcación, ya que para detectar los Bloom de forma idónea se ha de tomar una muestra de la columna de agua para que el dato de abundancia sea lo más realista posible.

Tabla 1. Tabla resumen de los puntos de control

MUESTREOS REALIZADOS	FECHA MUESTREO	HORA	UTM XY	FISICO-QUIMICA	FITOPLANCTON	CLOROFILA-A	MICROCISTINA	AVISO GUARDA	INFORMACIÓN ADICIONAL
Alfonso XIII	08/07/2022	13:50	622568/4231439	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Algeciras	05/07/2022	9:50	641679/4194611	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Anchuricas	05/07/2022	15:30	540907/4228583	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Argos	05/07/2022	13:40	610690/4225512	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Camarillas	07/07/2022	16:30	618142/4244593	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Cenajo	07/07/2022	13:50	601933/4247798	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Cierva	05/07/2022	12:10	632461/4213692	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Crevillente	08/07/2022	8:50	692442/4236771	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Fuensanta	07/07/2022	9:20	569236/4249129	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Judio	05/07/2022	15:30	637092/4238276	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Ojós	05/07/2022	16:35	644234/4225292	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Pedreira	08/07/2022	10:45	686472/4210474	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Puentes	06/07/2022	10:20	603918/4177079	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Santomera	08/07/2022	12:00	667452/4218240	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Taibilla	05/07/2022	13:20	564730/4227337	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Talave	07/07/2022	11:10	598886/4262629	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
Valdeinfierno	06/07/2022	11:40	591113/4184828	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular

3. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD

Para este trabajo se han establecido distintos rangos de calidad, atendiendo a determinadas variables como por ejemplo la abundancia celular, el fósforo total o las microcistinas (Tabla 2), según los trabajos de Pilotto et al. 1997 y Funari et al. 2017. Estas condiciones no se cumplen muchas veces al mismo tiempo. Sin embargo, siempre que se detecta de forma general una abundancia superior a las 100.000 cél/ml se establecerá la fase 5 de alerta para proceder a un seguimiento más exhaustivo. Los valores de Clorofila-a son los obtenidos por la OMS (WHO 2013), donde establecen tres tipos de fases.

Tabla 2. Valores de referencia para establecer las distintas fases

Fases	Abundancia cél/ml	PT ($\mu\text{g/l}$)	DS (m)	Microcistinas ($\mu\text{g/l}$)	Chl-a* ($\mu\text{g/l}$)
1		<20	≥ 1	-	
2	<2.000	>20	≥ 1	-	
3	2000-20.000	>20	≥ 1	-	
4	≥ 20.000	>20	<1	<20	>10
5	>100.000	>20	<1	>20	50

En estos informes veremos casos en los que a pesar de alcanzar las 100.000 cél/ml, no se tendrán concentraciones de clorofila-a correspondientes a las que se pueden observar en la tabla 2. Esto le puede suceder también al biovolumen celular. Es decir, células pequeñas, aunque sean en gran cantidad, pueden tener poca concentración de clorofila-a en sus células o biovolumen, por su escaso tamaño. Es por esto que no tendremos un patrón fijo entre las variables implicadas en el desarrollo de las cianobacterias. De ahí la importancia de este seguimiento durante dos años.

4. RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Se han muestreado 17 embalses, utilizándose los resultados del programa de seguimiento de control de las masas de agua que lleva a cabo la Confederación Hidrográfica del Segura. Según los resultados biológicos y fisicoquímicos obtenidos en este informe, no se han detectado episodios graves de proliferación de cianofíceas, es decir, de cianofíceas que si han sido identificadas como productoras de toxinas en aguas españolas. Tal y como podemos observar en la Tabla 3, han aparecido taxones de cianobacterias (*Aphanocapsa*, *Merismopedia*) con menos de 100.000 cel/ml. Si bien pueden llegar a ser potencialmente tóxicos, no se han detectado episodios de toxicidad en aguas españolas, por lo que en principio no se han incluido dentro del catálogo de especies tóxicas del Ministerio (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a). En ninguno de los embalses se alcanzan valores de biovolumen elevados de cianobacteria.

Tabla 3. Valores de los principales parámetros obtenidos en los embalses muestreados

NOMBRE EMBALSE	FECHA DE MUESTREO	ABUND. TOTAL (cel/ml)	ABUND. CIANO (cel/ml) >100.000	BIOVOL CIANO (mm3/l)	DOMINANCIA RELATIVA	TAXÓN PRINCIPAL CIANOBACTERIA	TOXICIDAD	MICROCISTINAS TOTAL (µg/l) >20	MICROCISTIN A-LR (µg/l) >20	CLOROFILA A (µg/l) ≥50	NT(mg/l)	PT (mg/l) >20	DS (m) <1	SITUACIÓN	MUESTREO	CONTROL	OBSERVACIONES
Alfonso XIII	08/07/2022	46.848	32.539	0,08	69,46	<i>Aphanocapsa</i>	Si	69,46	-	<2,0	2,3	0,05	2,1	4	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	No ha sido incluida en el catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas por su improbable toxicidad en aguas españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).
Algeciras	05/07/2022	10.580	3.055	0,05	28,85	<i>Merismopedia tenuissima</i> , <i>Planktothrix</i>	Si	-	-	<2,0	0,4	0,05	1,3	3	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	El análisis molecular realizado, ha detectado microcistinas, posiblemente podría provenir de <i>Planktothrix</i> , que se ha identificado con muy baja abundancia (ver boletín)
Anchuricas	05/07/2022	7.332	4.583	0,01	62,5	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	<2,0	0,69	0,05	3,5	3	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	No ha sido incluida en el catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas por su improbable toxicidad en aguas españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).
Argos	05/07/2022	62.438	20.739	0,03	33,21	<i>Merismopedia tenuissima</i>	Si	-	-	4,0	2,5	0,05	1,3	4	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	No ha sido incluida en el catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas por su improbable toxicidad en aguas españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).
Camarillas	07/07/2022	72.854	13.373	0,02	18,36	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	5,1	0,91	0,05	1,7	3	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	No ha sido incluida en el catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas por su improbable toxicidad en aguas españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).
Cenajo	07/07/2022	3.623	749	0,03	20,67	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	<2,0	0,37	0,05	3,2	2	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	No ha sido incluida en el catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas por su improbable toxicidad en aguas españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).
Cierva	05/07/2022	9.528	5.439	0,00	56,87	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	Si	-	-	<2,0	2,9	0,05	2,0	3	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	No ha sido incluida en el catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas por su improbable toxicidad en aguas españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).
Crevillente	08/07/2022	18.085	6.135	0,01	33,89	<i>Aphanocapsa</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (cualitativo)	Si	-	-	<2,0	0,81	0,05	1,6	3	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	Se ha detectado <i>Microcystis aeruginosa</i> en el análisis cualitativo, posiblemente se la presencia de microcistinas se deba a este taxón a pesar de su baja concentración
Fuensanta	07/07/2022	3.265	25	0,00	0,76	<i>Chrysochloris minor</i>	Si	-	-	<2,0	0,36	0,05	4,5	2	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	
Judio	05/07/2022	1.803	572	0,00	31,73	<i>Merismopedia tenuissima</i>	Si	-	-	<2,0	30	0,05	1,5	2	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	No ha sido incluida en el catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas por su improbable toxicidad en aguas españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).
Ojós	05/07/2022	363	28	0,01	7,76	<i>Oscillatoria</i>	Si	-	-	<2,0	1,1	0,05	0,5	2	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	Número muy bajo, habrá que estar atentos por si se desarrolla de forma masiva.
Pedreira	08/07/2022	21.672	13.750	0,03	63,44	<i>Merismopedia tenuissima</i>	Si	-	-	<2,0	0,42	0,05	1,2	3	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	No ha sido incluida en el catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas por su improbable toxicidad en aguas españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).

NOMBRE EMBALSE	FECHA DE MUESTREO	ABUND. TOTAL (cel/ml)	ABUND. CIANO (cel/ml) >100.000	BIOVOL CIANO (mm3/l)	DOMINANCIA RELATIVA	TAXÓN PRINCIPAL CIANOBACTERIA	TOXICIDAD	MICROCISTINAS TOTAL (µg/l) >20	MICROCISTINA A-LR (µg/l) >20	CLOROFILA A (µg/l) ≥50	NT(mg/l)	PT (mg/l) >20	DS (m) <1	SITUACIÓN	MUESTREO	CONTROL	OBSERVACIONES
																	españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).
Puentes	06/07/2022	18.959	348	0,05	1,83	<i>Synechococcus</i>	No	-	-	6,2	1,1	0,05	1,5	1	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	
Santomera	08/07/2022	33.176	0	0	0	-	-	-	-	6,6	2,0	0,05	1,1	2	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	
Taibilla	05/07/2022	19.429	8.476	0,01	44,32	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	2,2	0,84	0,05	1,8	3	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	No ha sido incluida en el catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas por su improbable toxicidad en aguas españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).
Talave	07/07/2022	11.223	7.193	0,01	63,72	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	<2,0	0,31	0,05	3,5	3	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	No ha sido incluida en el catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas por su improbable toxicidad en aguas españolas (Ministerio del Medio Ambiente y el Medio Rural y Marino, 2011a).
Valdeinfierno	06/07/2022	102.692	8.058	0,11	7,85	<i>Pseudanabaena</i>	Si	-	-	26	<0,30	0,070	0,35	3	MENSUAL	FP, CHL-a y FQ, MOLECULAR	Número muy bajo, habrá que estar atentos por si se desarrolla de forma masiva.

4.1. Ensayo molecular

Para el ensayo molecular se ha utilizado CyanoDtec de Phytoxigene, una prueba molecular basada en una PCR cuantitativa. El ensayo detecta y cuantifica tanto la cantidad total de cianobacterias presentes en una muestra, como el número de genes que son responsables de la producción de cierta toxina. Como se ha comentado anteriormente, no todas las especies de cianobacterias producen toxinas, por lo que la presencia de una cianobacteria no nos indica, automáticamente, que existe riesgo de toxicidad.

Los resultados obtenidos mediante el ensayo molecular, coinciden con los del análisis de recuento de fitoplancton rutinarios. En general, no se han detectado niveles de toxicidad importantes (Tabla 4); sin embargo, los embalses de La Rambla de Algeciras y Crevillente, han resultado positivos para el gen *McyE* (codificante de enzimas de la biosíntesis de microcistinas), aunque con concentraciones bajas del gen, de aproximadamente 200 y 50 copias/mL respectivamente.

En el embalse de Crevillente, la presencia de microcistinas, podría atribuirse a la presencia de la especie *M. aeruginosa*, observado en el análisis cualitativo. Respecto a La Rambla de Algeciras, se ha identificado en la muestra cuantitativa el taxón *Planktothrix*, potencial productor de microcistinas.

Tabla 4. Cuantificación de cianobacterias presentes en las muestras y de los genes responsables de la producción de toxinas.

Target	Contenido	Embalse	Cq	Cantidad inicial
	Std		17,19	1.000,000
Cyano 16s	Unkn	Embalse de Alfonso XIII	25,37	4.558,39
Cyano 16s	Unkn	Embalse del Judío	28,11	686,17
Cyano 16s	Unkn	Embalse de Anchuricas	23,18	20.656,11
	Std		17,96	1.000,000
Toxin Gene	Unkn	Embalse de Alfonso XIII	0,00	0,00
Toxin Gene	Unkn	Embalse del Judío	0,00	0,00
Toxin Gene	Unkn	Embalse de Anchuricas	0,00	0,00
	Std		20,58	100.000
Cyano 16s	Unkn	Embalse de Santomera	21,79	54.100,20
Cyano 16s	Unkn	Azud de Ojós	26,89	1.587,49
Cyano 16s	Unkn	Embalse de Puentes	29,94	193,12
	Std		21,31	100.000
Toxin Gene	Unkn	Embalse de Santomera	0,00	0,00
Toxin Gene	Unkn	Azud de Ojós	35,63	3,79
Toxin Gene	Unkn	Embalse de Puentes	0,00	0,00
	Std		23,77	10.000
Cyano 16s	Unkn	Embalse del Cenajo	24,65	7.508,26
Cyano 16s	Unkn	Embalse de Camarillas	21,28	76.674,36
Cyano 16s	Unkn	Rambla de Algeciras	23,72	14.249,55
	Std		24,68	10.000
Toxin Gene	Unkn	Embalse del Cenajo	0,00	0,00

Target	Contenido	Embalse	Cq	Cantidad inicial
Toxin Gene	Unkn	Embalse de Camarillas	0,00	0,00
Toxin Gene	Unkn	Rambla de Algeciras	29,61	242,48
	Std		27,28	1.000,00
Cyano 16s	Unkn	Embalse del Taibilla	22,51	32.742,26
Cyano 16s	Unkn	Embalse de la Fuensanta	24,06	11.288,87
Cyano 16s	Unkn	Embalse de Crevillente	25,19	5.165,27
	Std		27,53	1.000,00
Toxin Gene	Unkn	Embalse del Taibilla	0,00	0,00
Toxin Gene	Unkn	Embalse de la Fuensanta	0,00	0,00
Toxin Gene	Unkn	Embalse de Crevillente	31,94	48,46
	Std		30,95	100,00
Cyano 16s	Unkn	Embalse de Valdeinfierno	24,66	7.435,84
Cyano 16s	Unkn	Embalse de la Cierva	28,04	719,35
Cyano 16s	Unkn	Embalse de Talave	36,37	2,27
	Std		31,06	100,00
Toxin Gene	Unkn	Embalse de Valdeinfierno	0,00	0,00
Toxin Gene	Unkn	Embalse de la Cierva	0,00	0,00
Toxin Gene	Unkn	Embalse de Talave	4,41	8.896,158,583,60
	NTC		33,18	
Cyano 16s	Unkn	Embalse de la Pedrera	27,20	1.285,58
Cyano 16s	Unkn	Embalse del Argos	22,68	29.301,30
	NTC		0,00	0,00
Toxin Gene	Unkn	Embalse de la Pedrera	0,00	0,00
Toxin Gene	Unkn	Embalse del Argos	0,00	0,00

En la Tabla 4 se reportan la detección y cuantificación de cianobacterias (Cyano 16) y de los genes productores de toxinas (Toxin Gene) en los 17 embalses de la Confederación Hidrográfica del Segura. Los valores de Cq (número de ciclos) de los genes productores de toxinas (Toxin Gene), entre 29 y 32, indican positividad para la toxina. En todas las muestras se han detectado cianobacterias, aunque solo en La Rambla de Algeciras y Embalse de Crevillente, se ha detectado la presencia de microcistinas.

A continuación, se comentan los resultados para cada embalse:

4.2. Alfonso XIII

Como podemos observar en la Tabla 3 los valores del Disco de Secchi así como del Fósforo total, no son elevados. La identificación del taxón del género *Aphanocapsa* con más de 30.000 cel/ml sería lo más destacable. Las especies de este género no han sido identificadas como productoras de toxinas (Cirés 2011), por lo que en un principio seguiremos la evolución de este taxón.

4.3. Embalse de Algeciras

Tal y como se puede observar en la Tabla 3, la clorofila-a, el fósforo total y el disco de Secchi marcan valores reducidos. En cuanto a la abundancia total de la comunidad de fitoplancton y la de cianobacterias, se ha identificado, como viene siendo común en los embalses de este estudio, la presencia de *Merismopedia tenuissima*, aunque con un poco más de 2.000 cel/ml. Destacamos la identificación de *Planktothrix* con 83 cel/ml. A pesar de su escasa abundancia, puede estar relacionado con la presencia del gen productor de microcistinas que se ha detectado en el análisis molecular.

En general, en cuanto al biovolumen, las diatomeas y las clorofíceas son las que más aportan, por lo que las cianofíceas tienen una menor representación en el conjunto de la comunidad de fitoplancton, como sucedió en el muestreo de junio.

4.4. Embalse de Anchuricas

Este embalse se caracteriza por tener una baja concentración de nutrientes, como el fósforo total y una turbidez muy baja, por lo que la profundidad del disco de Secchi alcanza los 3,5 m, de ahí la transparencia de sus aguas. No es uno de los embalses donde se suelen identificar taxones de cianofíceas con una abundancia celular excesiva (según Informe histórico) y mucho menos aquellas con un carácter tóxico ampliamente citado.

Se ha identificado *Aphanocapsa*, una cianofícea con gran cantidad de células, colonial, por lo que es fácil alcanzar un gran número en el recuento, pues suelen ser colonias de 50 células. En principio no tenemos que preocuparnos por su toxicidad, solamente como suele ser habitual en estos taxones, tener una vigilancia en cuanto a su proliferación y/o crecimiento masivo.

4.5. Embalse de Argos

En este embalse, en el muestreo del mes de julio, tenemos la misma situación que en casos anteriores, donde el mayor número de células de cianofíceas se ha identificado con taxones del género *Aphanocapsa*. La mayor parte de clorofila-a, así como de biovolumen total de este embalse (Tabla 3), se debe a la dominancia de las clorofíceas, como suele ser común en otras campañas, así como en el anterior muestreo de junio.

4.6. Embalse de Camarillas

Se ha identificado la cianofícea *Aphanocapsa* que como en anteriores casos, no resulta problemático y habrá que prestar atención a su evolución. Como observamos en la Tabla 3, la clorofila-a, que es algo más elevada que en otros embalses, se debe sobre todo a la presencia de algas verdes o clorofíceas como *Planctonema lauterborni*. La dinámica estacional de esta última especie clorofícea y no toxica, puede ser interesante, pues es una especie que se desarrolla en las épocas de verano y con una relación N:P favorable, algo que podría observarse en este estudio de dos años para esta especie frecuente en la cuenca del Segura.

4.7. Embalse de Cenajo

Como observamos en la Tabla 3, la abundancia total es muy baja (3.623 cel/ml) y la correspondiente a las cianofíceas es de 740 cel/ml. La cianofícea del género *Aphanocapsa*, muy común en los embalses y las comunidades del plancton, en general es la mayoritaria. Sin embargo, buena parte del biovolumen de este embalse, lo aportan las diatomeas que suelen verse favorecidas por ambientes con aguas más activas hidromorfológicamente.

4.8. Embalse de la Cierva

No hay una proliferación masiva de cianofíceas, salvo la presencia de especies del género *Aphanocapsa*, como en otros muchos embalses, por lo que solamente será necesario vigilar la evolución de estas.

4.9. Embalse de Crevillente

No hay una proliferación masiva de cianofíceas, salvo la presencia de especies del género *Aphanocapsa*, por lo que solamente será necesario vigilar la evolución de estas. En el muestreo de junio se detectó *Microcystis* pero parece que no ha proliferado ni aumentado su abundancia celular en este mes de julio. Sin embargo, en el análisis molecular se ha detectado la presencia de genes productores de microcistinas, a pesar de haberse identificado solo su presencia en la muestra cualitativa. Tanto es así que en este muestreo solo se ha detectado en la muestra cualitativa.

4.10. Embalse de Fuensanta

La presencia de cianofíceas en este embalse es prácticamente insignificante (Tabla 3), aunque la presencia de *Chrysochloris minor*, potencialmente tóxica, nos hace estar atentos a la evolución de sus poblaciones, aunque, como comentábamos, solamente se han contabilizado 25 cel/ml.

4.11. Embalse del Judío

En este embalse, en el mes de junio (06/06/2022), fue detectado un bloom de cianobacterias con más de 200.000 cel./ml de la especie *Merismopedia tenuissima*. Prácticamente un mes después, el 05/07/2022, el número de células se ha reducido hasta poco más de 400 cel/ml. Por lo que se ha considerado finalizar la fase de alerta en la que se encontraba y pasar al muestreo mensual.

A la fecha, no tenemos suficientes datos para poder explicar estos resultados. Esperamos poder tener más información conforme vayamos teniendo más datos de este proyecto, pues si observamos la Tabla 3 de este documento y el del mes de junio, el nitrógeno total parece mantenerse aproximadamente similar, aunque la de fósforo total ha presentado ciertas variaciones. Aún es pronto para poder tener un mayor conocimiento de la dinámica poblacional de estas cianofíceas, pero sin duda será muy interesante lo que estos análisis nos aporte.

4.12. Embalse de Ojos

En este embalse la abundancia total es muy baja, con 363 cél./ml Tabla 3, donde las cianobacterias especialmente del grupo de las Oscillatoriales representan un 7.7%. Aparecen varias especies del sedimento, concretamente del grupo de las diatomeas como *Navicula*, *Nitzschia*, *Amphora ovalis* lo que indica una remoción de las aguas o resuspensión del fondo, mezclándose permite la mezcla de ambas comunidades bentónicas y planctónicas.

4.13. Embalse de la Pedrera

En el embalse de La Pedrera la abundancia es de 15.396 cél/ml Tabla 3, donde las cianofíceas corresponden a un 89.6%. Tanto *Aphanocapsa* como *Merismopedia tenuissima*, son taxones que pueden ser potencialmente tóxicos y considerados por el Ministerio como poco probable de desarrollar toxinas en aguas española (Cirés 2011).

Dicho esto, se vigilará para el próximo muestreo por si se repiten estas abundancias, que, si bien no son muy elevadas, si se mantienen o aumentan, podría obligar a establecer una fase de alerta en este embalse.

4.14. Embalse de Puentes

Según los resultados, la especie de cianofícea *Merismopedia tenuissima* es la más abundante respecto al resto de grupos algales. Es considerado por el Ministerio (Cirés 2011) como poco probable de desarrollar toxinas en aguas española, aunque así habrá que controlar su evolución poblacional por la probabilidad de que prolifere de forma masiva.

Se observa que la concentración de clorofila-a es baja, como la de fósforo total. También el alga verde ulotrical *Planctonema lauterbornii*, frecuente en la estación de verano, continúa siendo un taxón importante dentro de la comunidad fitoplanctónica.

4.15. Embalse de la Santomera

No se ha detectado presencia de cianofíceas. La mayor parte del volumen celular y la abundancia, se debe a las algas verdes o clorofíceas.

4.16. Embalse de Taibilla

No hay una proliferación masiva de cianofíceas, solamente como en otros muchos embalses la presencia de especies del género *Aphanocapsa*, por lo que solamente será necesario vigilar la evolución de estas.

4.17. Embalse de Talave

El embalse de Talave tiene como taxón de cianofíceas dominante *Aphanocapsa*, puede ser potencialmente tóxico (Keliri et al. 2021), Sin embargo, es considerado por el Ministerio (Cirés 2011) como poco probable de desarrollar toxinas en aguas españolas. Aunque estos valores no son muy elevados se observará con atención la evolución de este taxón por si alcanzara niveles más altos.

4.18. Embalse de Valdeinfierno

A pesar de que se ha identificado *Pseudanabaena*, la mayor parte de las más de 100.000 cel/ml (Tabla 3) que se han contabilizado, provienen de diatomeas del género *Chaetoceros*, especie típicamente planctónica y favorecida por aguas con una hidromorfología agitada.

5. CONCLUSIONES

En general no se ha detectado una proliferación masiva de cianofíceas en este muestreo del mes de julio. La presencia de ciertos taxones del género *Aphanocapsa*, entra dentro de lo habitual en sistemas acuáticos epicontinentales y de agua dulce, en los que este tipo de colonias son frecuentes, aun así, habrá que prestar atención a la evolución de estos y también, de aquellos embalses donde se encuentra *Merismopedia tenuissima*, que como hemos podido comprobar en el Judío, pueden llegar a desarrollar poblaciones muy elevadas por motivos aún no comprendidos.

Solo se ha detectado la presencia de una cianofícea típicamente toxica como es *Chrysochloris minor*, aunque en número realmente bajo. Es posible que en los meses de agosto y septiembre, la disponibilidad de nutrientes será menor, con frecuencia las cianofíceas pueden hacer acto de presencia de forma más acusada, debido a que están adaptados a aprovechar los recursos y a desarrollarse en ambientes más extremos, con mayor temperatura y aguas más estables. Veremos en las próximas semanas como estos y otros factores influyen de forma significativa en su crecimiento y desarrollo.

Cabe destacar la fiabilidad de los ensayos moleculares, que han permitido detectar la presencia de toxinas en el agua, aun con una baja abundancia de especies potencialmente tóxicas. Por lo tanto, resulta una herramienta adicional muy interesante y útil para la gestión de los ecosistemas acuáticos.

6. BIBLIOGRAFIA

- AKTAN, YELDA and AYKULU, GÜLER (2003) "A Study on the Occurrence of *Merismopedia Meyen* (Cyanobacteria) Populations on the Littoral Sediments of İzmit Bay (Turkey)," *Turkish Journal of Botany*: Vol. 27: No. 4, Article 4. Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/vol27/iss4/4>

- CIRÉS GOMEZ, S. y QUESADA DEL CORRAL, A., 2011. Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas. S.I.: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. ISBN 9788449110726.
- Funari E, Manganelli M, Buratti FM, Testai E. 2017. Cyanobacteria blooms in water: Italian guidelines to assess and manage the risk associated to bathing and recreational activities. *Sci Total Environ*.
- Keliri, E., Paraskeva, C., Sofokleous, A. et al. Occurrence of a single-species cyanobacterial bloom in a lake in Cyprus: monitoring and treatment with hydrogen peroxide-releasing granules. *Environ Sci Eur* 33, 31 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00471-5>.
- Pilotto, L.S., Douglas, R.M., Burch, M.D., Cameron, S., Beers, M., Rouch, G.J., Robinson, P., Kirk, M., Cowie, C.T., Hardiman, S., Moore, C., Attewell, R.G., 1997. Health effects of exposure to cyanobacteria (blue-green algae) during recreational water-related activities. *Aust. N. Z. J. Public Health* 21, 562–566.
- Mulvenna, V., Orr, P.T., 2012. Australia: Guidelines, legislation and management frameworks. In: Chorus, I. (Ed.), *urrent approaches to Cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries*. Federal Environment Agency (Umweltbundesamt). Dessau-Roßlau, Germany:pp. 21–28
- WHO (World Health Organization), 2003. *Guidelines for Safe Recreational Water Environments—Volume 1: Coastal and FreshWaters*. World Health Organization, Geneva.