



INFORME:

INFORME DE RESULTADOS PARA EL EMBALSE DEL AZUD DE OJÓS: 2022-2024

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: EUROFINS-CAVENDISH

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 embalse del Azud de Ojós

Foto de portada: Embalse del Azud de Ojós desde la presa

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: EN EL EMBALSE DEL AZUD DE OJÓS

Dirección y Confederación Hidrográfica del Segura

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



Empresa actuante: EUROFINS CAVENDISH



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

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: Abril 2024

Cita del informe: Confederación Hidrográfica del Segura. 2024. 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: en el embalse del Azud de Ojós.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. PUNTOS DE CONTROL Y PARÁMETROS ANALIZADOS	6
3. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD	7
4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN EL AZUD DE OJÓS.....	8
4.1. RESUMEN DE RESULTADOS EN EL AZUD DE OJÓS	8
4.1. CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA DURANTE EL PERIODO 2022-2024	10
4.2. COMPARATIVA DE LAS ABUNDANCIAS DE LAS ESPECIES DE CIANOFÍCEAS MÁS IMPORTANTES DURANTE LOS PERIODOS 2006,2019-2021 Y 2022-2024.....	12
4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BIOLÓGICA	14
4.4. RELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS	15
5. CONCLUSIONES	18
6. BIBLIOGRAFIA.....	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen de los muestreos en el punto de control del Azud de Ojós.....	6
Tabla 2. Valores de referencia para establecer las distintas fases.....	7
Tabla 3. Valores de los principales parámetros obtenidos en el Azud de Ojós	9
Tabla 4. Abundancias de las especies de cianofíceas más importantes durante los periodos 2006, 2019-2021 y 2022-2024.	12
Tabla 5. Elementos de calidad para el tipo de embalse E-T11.....	14
Tabla 6. Resultados de los elementos de calidad biológica en el Azud de Ojós	14
Tabla 7. Valores de las variables físico-químicas en el embalse del Azud de Ojós	16

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentajes de abundancia según el grupo algal identificado en el Azud de Ojós (2022-2024)	10
Figura 2. Porcentajes de abundancia de los taxones identificados en el Azud de Ojós	11
Figura 3. Abundancias de las especies de cianofíceas más importantes durante los periodos 2006-2024.	13
Figura 4. Resultados del análisis db RDA en el embalse del Ojós donde podemos observar las fechas de muestreo asociados cada uno a un inventario de fitoplancton y las variables ambientales que más influyen en estas comunidades.	17

1. INTRODUCCIÓN

Tal y como indica el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT), mensualmente se ha ido entregando un informe de valoración de resultados de cada embalse muestreado. En este informe, se profundizará en la evaluación de los resultados generados entre los años 2022 a 2024 y, además, lo compararemos con estudios previos ya reflejados en el informe de revisión histórica. Según el formato de informe que se ha estado entregando para cada muestreo durante estos dos años de estudio, añadiremos varios apartados con el fin de conocer mejor cual ha sido la dinámica en el desarrollo de las microalgas en especial cuando la proliferación algal ha derivado en blooms.

Se analizará, no solamente cuales han sido los grupos y las especies más características de este embalse, si no que se tratarán de identificar las posibles variables ambientales que han favorecido a las especies mayoritarias que aparecen en este embalse.

2. PUNTOS DE CONTROL Y PARÁMETROS ANALIZADOS

Se muestra en la tabla 1 el único punto de control EOJ1 de coordenadas UTM X: 644234/ Y: 4225292. El tipo de muestreo siempre ha sido mediante embarcación e integrada, ya que para detectar los Blooms 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.

Como se puede observar en la tabla 1, no se han recibido avisos por parte del personal encargado de la vigilancia del embalse del Ojós y ha habido hasta un total de 10 análisis durante el periodo 2022-2024.

Tabla 1. Tabla resumen de los muestreos en el punto de control del Azud de Ojós

FECHA MUESTREO	HORA	FISICO-QUIMICA	FITOPLACTON	CLOROFILA-A	MICROCISTINA	AVISO GUARDA	INFORMACIÓN ADICIONAL
06/06/2022	18:30:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
05/07/2022	16:35:00	Si	Si	Si	No	No	Se realizó Análisis molecular para la detección de genes relacionados con cianotoxinas
02/08/2022	13:20:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
06/09/2022	18:00:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
12/06/2023	18:05:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
11/07/2023	18:30:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
08/08/2023	13:35:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
12/09/2023	17:35:00	Si	Si	Si	Si	No	No hay incidencias
19/10/2023	11:00:00	Si	Si	Si	Si	No	No hay incidencias
14/11/2023	13:20:00	Si	Si	Si	Si	No	No hay incidencias

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 Funari *et al.* 2017 y Pilotto *et al.* 1997. 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 (µg/l)	DS (m)	Microcistinas (µg/l)	Chl-a* (µg/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 se verán casos en los que, a pesar de alcanzar las 100.000 cél/ml, la concentración de clorofila-a es inferior a la que corresponde, según lo establecido en la tabla 2. Esto le puede suceder también al biovolumen celular. Es decir, células pequeñas, aunque esté presentes en gran cantidad, pueden tener poca concentración de clorofila-a o de biovolumen debido a su pequeño tamaño. Es por esto por lo que resulta difícil establecer un patrón fijo entre las variables implicadas en el desarrollo de las cianobacterias. De ahí la importancia de este seguimiento durante periodos de tiempo prolongados.

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN EL AZUD DE OJÓS

4.1. Resumen de resultados en el Azud de Ojós

Como se puede observar en la tabla 3, durante el periodo comprendido entre el 2022 y el 2024, se han tomado 10 muestras en el embalse del Azud de Ojós. En este periodo ha habido hasta 3 análisis de microcistinas, ya que en el muestreo de septiembre de 2023 se detectó cianobacterias filamentosas de tipo *Phormidium*, aunque sin alcanzar el nivel de Bloom, pues la abundancia era muy baja, aunque la concentración de clorofila-a sí supera los 4,3 µg/l. En todos los muestreos se han analizado como mínimo la fisicoquímica del agua, la identificación, conteo y cálculo del biovolumen del fitoplancton, así como la clorofila-a.

En estos dos años de estudio no se ha superado en ninguna ocasión una abundancia superior a las 100.000 cél/ml; de hecho, ni siquiera ha llegado a alcanzar una abundancia de 1.000 cél/ml, por lo que no ha sido necesario activar ninguna fase de alarma.

Tabla 3. Valores de los principales parámetros obtenidos en el Azud de Ojós

FECHA DE MUESTREO	CÓDIGO FECHA	ABUND. TOTAL (cél/ml)	ABUND. CIANO (cél/ml)	BIOVOLUMEN CIANOFICEAS (mm3/l)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	TAXÓN PRINCIPAL CIANOBACTERIA	TAXÓN POTENCIALMENTE TÓXICO ESPAÑA	MICROCISTINAS TOTAL (µg/l)	MICROCISTINA-LR (µg/l)	CLOROFILA A (µg/l)	Nt (mg/l)	Pt (mg/l)	DS (m)	SITUACIÓN	MUESTREO
06/06/2022	Ju-22	55,49	31,32	0,00	56,44	<i>Oscillatoriales</i>	SI	-	-	<2,0	1,2	<0,05	0,5	2	MENSUAL
05/07/2022	Jl-22	364,00	28,00	0,01	7,76	<i>Oscillatoria</i>	Si	-	-	<2,0	1,1	0,05	0,5	2	MENSUAL
02/08/2022	Ag-22	486,60	23,73	0,0009	4,87	<i>Oscillatoria</i>	Si	-	-	<2,0	0,75	<0,05	<0,5	2	MENSUAL
07/09/2022	Sp-22	625,00	149,00	0,02	15,73	<i>Phormidium</i>	No	-	-	<2,0	0,71	<0,05	0,5	2	MENSUAL
12/06/2023	Ju-23	200,38	0,00	0,00	0	-	-	-	-	<2,0	ND	<0,05	0,7	1	MENSUAL
11/07/2023	Jl-23	151,00	82	0,08	54,17	<i>Oscillatoria</i>	Si	-	-	<2,0	0,78	<0,05	0,5	2	MENSUAL
08/08/2023	Ag-23	219,16	91,32	0,0007	41,6	<i>Planktolyngbya</i>	SI	-	-	< 2,0	0,57	<0,05	0,5	2	MENSUAL
12/09/2023	Sp-23	472,00	237	0,01	50,14	<i>Phormidium</i>	Si	<0.2	<0.05	4,3	0,93	<0,05	<0,5	2	MENSUAL
19/10/2023	Ot-23	597,35	284,47	0,0022	47,6	<i>Planktolyngbya sp.</i>	No	<0.2	<0.05	<2,0	0,65	<0,05	0,6	2	MENSUAL
14/11/2023	No-23	304,77	137,14	0,0085	45	<i>Oscillatoria</i>	Si	<0.2	<0.05	<2,0	0,72	<0,05	0,7	2	MENSUAL

4.1. Caracterización taxonómica durante el periodo 2022-2024

En este periodo de dos años se han identificado 72 taxones de microalgas de 6 grupos algales distintos (Figura 1). Las cianofíceas no son el grupo dominante, aunque supera el 30% de la abundancia relativa registrada en este embalse. Las clorofíceas, son el otro grupo más importante con más de un 40%, mientras que las diatomeas son el 25%, la mayoría bentónicas como veremos más adelante.

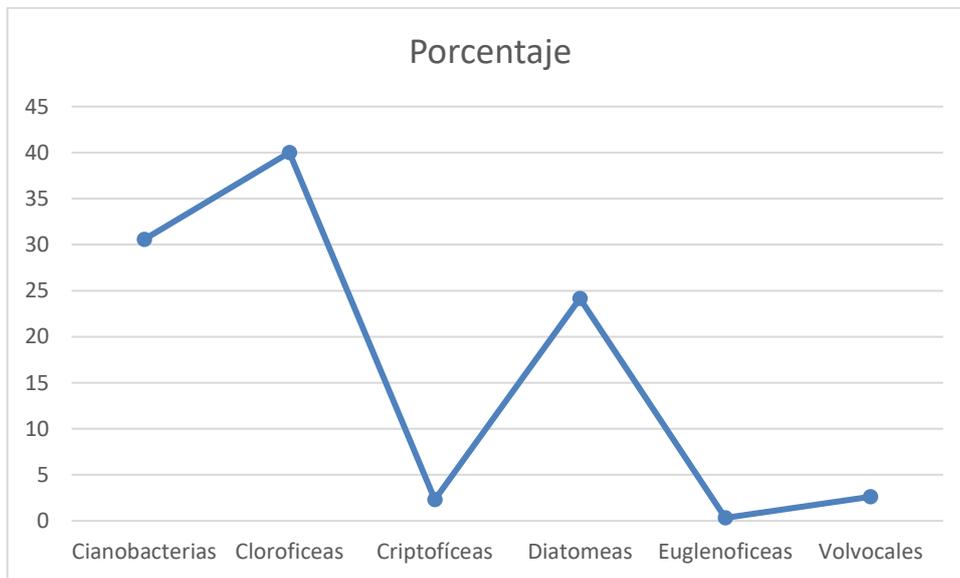


Figura 1. Porcentajes de abundancia según el grupo algal identificado en el Azud de Ojós (2022-2024)



Figura 2. Porcentajes de abundancia de los taxones identificados en el Azud de Ojós

Los picos en abundancia corresponderían sobre todo con *Binuclearia lauterbornii* (clorofícea) y la cianobacteria *Planktolyngbya* (Figura 2). Con menor importancia tendríamos a especies del género *Phormidium* y *Oscillatoria* que suelen desarrollarse en el sedimento de los ecosistemas acuáticos y que en ocasiones se desprenden y forman tapetes sobre la superficie del agua. Tenemos que destacar también la presencia de numerosas especies de diatomeas bentónicas, que, si bien son poco abundantes, son muy frecuentes en las muestras de estos dos años. Esto resulta indicativo de la facilidad con que los grupos algales que crecen en el sedimento, se resuspenden a la columna de agua debido principalmente a la escasa profundidad de las aguas de este embalse. Solo tenemos que observar la tabla 3 para comprobar que el disco de secchi rara vez supera el medio metro de profundidad.

La especie *Binuclearia lauterbornii* es una microalga del grupo de las clorofíceas. Esta especie en particular no desarrolla toxina alguna, aunque sí pueden crecer hasta desarrollar Bloom en determinadas condiciones ambientales. Por lo tanto, en este embalse existe una tendencia **al predominio de las clorofíceas, cianofíceas** y las **diatomeas**, aunque con una producción primaria muy baja.

4.2. Comparativa de las abundancias de las especies de cianofíceas más importantes durante los periodos 2006,2019-2021 y 2022-2024

Este estudio se complementa con los ya realizados en años anteriores. Es decir, desde 2006 hasta la actualidad, aunque no de forma continua. En la siguiente tabla, se presenta una escala de colores asignada a la clasificación de alerta que hace la Organización Mundial de la Salud (OMS) según se indica en la tabla 2 para las cianobacterias, así como las abundancias máximas de las cianobacterias identificadas en un total de 34 registros.

Tabla 4. Abundancias de las especies de cianofíceas más importantes durante los periodos 2006, 2019-2021 y 2022-2024.

Fecha	Taxón	Abundancia
Ju-06	<i>Oscillatoria</i>	111,00
Ab-08	<i>Oscillatoria agardhii</i>	38,18
Sp-09	<i>Oscillatoria limnetica</i>	29,34
Jl-11	<i>Phormidium</i>	17,80
Sp-11	<i>Phormidium</i>	60,20
Jl-12	<i>Aphanocapsa</i>	284,51
Sp-12	<i>Aphanocapsa</i>	1.001,21
Jl-13	<i>Planktothrix</i>	22.606,40
Sp-14	<i>Aphanocapsa</i>	233,31
Sp-15	<i>Oscillatoria</i>	47,47
Jl-16	<i>Phormidium</i>	1,72
Sp-16	<i>Pseudanabaena</i>	6,32
Jl-17	<i>Oscillatoria</i>	0,48
Sp-17	<i>Oscillatoria</i>	2,41
Sp-18	<i>Phormidium</i>	12,79
Jl-19	<i>Phormidium</i>	59,75
Ot-19	<i>Aphanizomenon</i>	11,61
Ab-20	<i>Woronichinia naegeliana</i>	269,82
Sp-20	<i>Phormidium</i>	182,33
No-20	<i>Phormidium</i>	109,32
Ma-21	<i>Planktolyngbya</i>	1.043,51
My-21	<i>Oscillatoria tenuis</i>	4.156.121,00
Jl-21	<i>Oscillatoria tenuis</i>	80,05
Sp-21	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	510,00
Ju-22	<i>Oscillatoriales</i>	15,87
Jl-22	<i>Oscillatoria</i>	18,13

Fecha	Taxón	Abundancia
Ag-22	<i>Phormidium</i>	98,00
Sp-22	<i>Oscillatoria</i>	20,15
Ju-23	-	-
Jl-23	<i>Oscillatoria</i>	82,00
Ag-23	<i>Planktolyngbya</i>	91,32
Sp-23	<i>Geilterinema</i>	177
Ot-23	<i>Planktolyngbya</i>	284,47
No-23	<i>Oscillatoria</i>	137,14

La presencia y la abundancia de las especies de los géneros *Oscillatoria* y *Phormidium* han sido las más representativas, siendo las dominantes en al menos 20 de los 34 registros, es decir tanto en este estudio como en el resto de los muestreos desde el año 2006. Como ya hacíamos referencia más arriba, las especies de estos géneros suelen desarrollarse en el sedimento, formando tapetes que en este embalse suelen ser extensos, hasta tal punto de que en ocasiones pueden observarse masas superficiales de estos organismos flotando durante algunos días, debido a que se ha desprendido del fondo. Un ejemplo de este proceso fue el que se dio, como podemos observar, en este resumen histórico (Tabla 4). De las especies de cianobacterias más abundantes, destaca la abundancia que superó ampliamente las 100.000 cél/ml en una ocasión (Figura 3), durante el mes de mayo del año 2021.

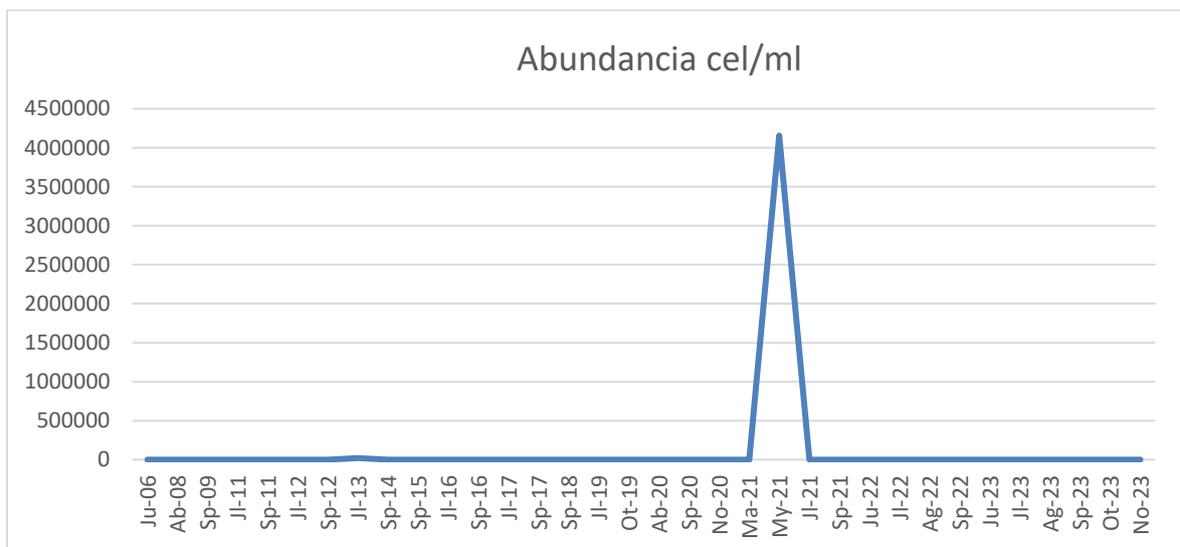


Figura 3. Abundancias de las especies de cianofíceas más importantes durante los periodos 2006-2024.

4.3. Evaluación de la calidad biológica

A continuación, se considerarán los elementos de calidad biológica, teniendo en cuenta los criterios mínimos exigidos en el RD 817/2015, para el tipo de embalse, como es el Azud de Ojós, tal y como se puede ver en la Tabla 5. El embalse del Azud de Ojós corresponde con una tipología E-T11 (Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal).

Tabla 5. Elementos de calidad para el tipo de embalse E-T11

TIPOS EMBALSES	INDICADOR	UNIDADES	CONDICIÓN DE REFERENCIA	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO		
				Bueno o superior / Moderado	Moderado / Deficiente	Deficiente/ malo
E-T11	IGA	-	0,61	0,982	0,655	0,327
	%cianobacterias	%	0,00	0,715	0,48	0,24
	Clorofila a	mg/m ³ -	2,60	0,433	0,287	0,143
	Biovolumen	mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12

A continuación, en la tabla 6 se pueden ver los distintos indicadores de calidad según la fecha de muestreo.

Tabla 6. Resultados de los elementos de calidad biológica en el Azud de Ojós

FECHA DE MUESTREO	% cianobacterias	Estado. % cianobacterias	Biovolumen (mm ³ /l)	Estado. Biovolumen	Clorofila a (µg/l)	Estado. Clorofila a	IGA	Estado. IGA	Máximo potencial ecológico
06/06/2022	19,71	Bueno	0,01	Muy bueno	<2,0	Muy bueno	13,15	Moderado	Muy Bueno
05/07/2022	24,60	Bueno	0,10	Muy bueno	<2,0	Muy bueno	2,51	Muy bueno	Muy Bueno
02/08/2022	1,91	Muy bueno	0,05	Muy bueno	<2,0	Muy bueno	5,35	Bueno	Muy Bueno
06/09/2022	27,07	Bueno	0,09	Muy bueno	<2,0	Muy bueno	3,42	Muy bueno	Muy Bueno
12/06/2023	0,00	Muy bueno	0,61	Muy bueno	<2,0	Muy bueno	0,03	Muy bueno	Muy Bueno
11/07/2023	68,87	Deficiente	0,11	Muy bueno	<2,0	Muy bueno	10,68	Moderado	Bueno
08/08/2023	0,08	Muy bueno	0,88	Muy bueno	< 2,0	Muy bueno	0,00	Muy bueno	Muy Bueno
12/09/2023	9,67	Muy bueno	0,12	Muy bueno	4,30	Bueno	0,56	Muy bueno	Muy Bueno
19/10/2023	0,47	Muy bueno	0,48	Muy bueno	<2,0	Muy bueno	0,00	Muy bueno	Muy Bueno
14/11/2023	0,80	Muy bueno	1,06	Muy bueno	<2,0	Muy bueno	4,11	Muy bueno	Muy Bueno

Como se puede observar en la tabla 6, en general los indicadores biológicos parecen no tener valores muy elevados y, por tanto, el estado en casi todos los muestreos de los años 2022-2024 es muy bueno en casi todos los casos. Y es que, a pesar de los episodios puntuales de presencia de masas algales flotantes, no se suelen desarrollar poblaciones importantes de microalgas.

4.4. Relación entre los resultados físico-químicos y biológicos

Para establecer como se relacionan las variables físico-químicas analizadas con las comunidades de fitoplancton de todos los muestreos en los años 2022-2024, se ha propuesto realizar un análisis estadístico de tipo multivariante.

Se han analizado un total de 19 variables fisicoquímicas como: NH_4 , COD (Carbono orgánico disuelto), Clorofila-a, Cloruros, Conductividad, DBO_5 , DQO, Fósforo total (P_t), Nitratos (NO_3), Nitrógeno total (N_t), Nitritos (NO_2^-), Fosfatos (PO_4^{3-}), $\text{O}_2\%$, O_2 , pH, Sólidos en suspensión (SS), Sulfatos (SO_4^{2-}), Temperatura y profundidad del disco de Secchi (Tabla 6).

Para este análisis se han creado dos matrices, uno con los datos de abundancia de los taxones identificados en 10 muestras y otra matriz con los resultados de las variables fisicoquímicas.

Antes de iniciar cualquier análisis, se realizó un pretratamiento de los datos en el que se transformaron las matrices. Los datos de la matriz biológica se transformaron según el $\log(x+1)$ con el fin de expandir las abundancias poco elevadas de algunas especies y de comprimir aquellas con una elevada abundancia. De esta forma, conseguimos reducir la desviación estándar que en este tipo de datos suele ser elevada.

Por otro lado, la matriz de las variables ambientales se transformó con una “raíz a la cuarta”, con ello conseguimos que se parta de valores equivalentes para realizar los análisis en lugar de tener valores con distintas unidades.

Fecha	Código Fecha	NH ₄ mg/l	COD mg/l	Clr-a mg/m ³	Cl mg/l	Cond (micrS/cm)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	Pt (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	Nt (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	O ₂ %	O ₂ (mg/l)	pH	SS	SO ₄ ²⁻ mg(l)	T (°C)	Secchi (m)
6-6-22	Ju-22	< 0,05	< 2,0	< 2,0	107	1057	< 2,0	< 15	< 0,05	4,2	0,04	1,2	< 0,04	105	8,59	8,43	70,6	248	24,7	< 0,5
5-7-22	Jl-22	< 0,05	6,8	< 2,0	100	995	3,6	< 15	< 0,05	4,4	0,032	1,1	< 0,20	109	8,56	8,14	51,6	235	25,9	0,5
2-8-22	Ag-22	0,056	< 2,0	< 2,0	93	1026	3,5	< 15	< 0,05	2,3	< 0,02	0,75	0,087	103	8,36	8,35	44,0	262	25,8	0,7
6-9-22	Sp-22	0,21	4,8	< 2,0	72	836	< 2,0	< 15	< 0,05	2,5	0,037	0,71	< 0,20	130	10,9	8,63	43,2	195	24,1	0,5
12-6-23	Ju-23	< 0,05	2,6	< 2,0	140	1474	< 2,0	< 15	< 0,05	4,0	0,043	ND	< 0,04	97,4	7,84	8,2	52,8	300	24,9	0,5
11-7-23	Jl-23	< 0,05	< 2,0	< 2,0	8,5	837	< 2,0	< 15	< 0,05	2,8	0,027	0,78	< 0,04	102	8,08	8,11	53,8	ND	25,8	<0,5
8-8-23	Ag-23	< 0,05	4,2	< 2,0	133	750	< 2,0	< 15	< 0,05	2,2	< 0,02	0,57	0,055	104	8,26	8,37	48,4	150	22,6	0,6
12-9-23	Sp-23	< 0,05	4,8	< 2,0	86	690	< 2,0	<15	< 0,05	2,1	< 0,02	0,93	< 0,04	114	9,1	8,4	74,4	126	26	0,7
19-10-23	Ot-23	0,39	< 2,0	< 2,0	118	913	< 2,0	< 15	< 0,05	2,4	< 0,02	0,65	0,079	93,7	6,67	7,61	82,7	174	20,5	0,7
14-11-23	No-23	< 0,05	< 2,0	< 2,0	64	585	< 2,0	< 15	< 0,05	1,0	< 0,02	0,72	< 0,04	102	9,99	8,67	37,7	95	16,3	0,5

Tabla 7. Valores de las variables físico-químicas en el embalse del Azud de Ojós

Gracias al software utilizado PRIMER 6 & PERMANOVA, se puede establecer cuáles son las variables ambientales, entre las 19 en total, que más influyen en la distribución de los taxones de las comunidades de fitoplancton utilizando el análisis multivariante db-RDA que es un tipo de ordenación canónica que busca asociar dos matrices: una ambiental y otra biológica. El objetivo es poder encontrar algún tipo de relación entre dichas variables ambientales y la biológica. Tal y como podemos observar en la figura 4, son 2 variables ambientales las más representativas, es decir, aquellas que tienen un eje de mayor longitud: Cloruros (Cl) y Sulfatos (SO42-).

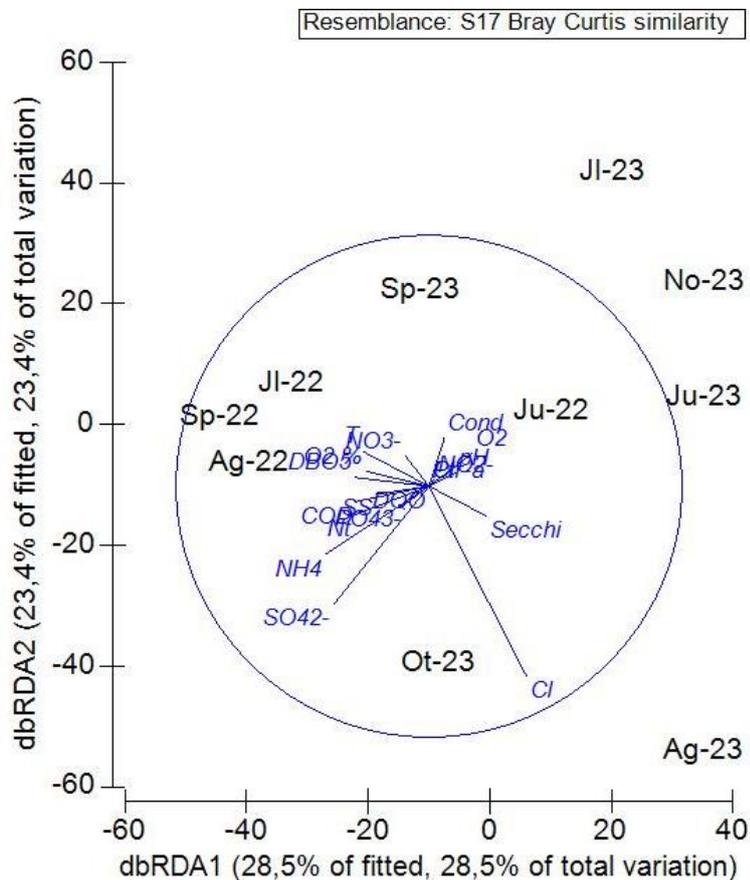


Figura 4. Resultados del análisis db RDA en el embalse del Ojós donde podemos observar las fechas de muestreo asociados cada uno a un inventario de fitoplancton y las variables ambientales que más influyen en estas comunidades.

Tal y como hemos comentado en la caracterización taxonómica, los taxones más destacables, según sus valores de abundancia y frecuencia de aparición, son *Binuclearia* y *Planktolyngbya*. Sobre

todo, el segundo género que puede formar tapetes aparece en los meses de mayor concentración de cloruros (Cl) y menor concentración de oxígeno, es decir, los meses de Ju-22, Ju-23, Ag-23 y Ot-23. Otros géneros con menos abundancia pero que pueden formar tapetes en el sedimento son los pertenecientes al género *Oscillatoria*, en este estudio parece estar relacionado también con las variables cloruros. Debemos destacar que este embalse no actúa como tal, ya que suele tener aporte y muchas sueltas, por lo que actúa realmente como un río, resultando la resiliencia de los diferentes parámetros mínima. Por lo tanto, los resultados en este análisis pueden reflejar esta condición, pues hay datos, como los cloruros y sulfatos, que parecen ser poco variables.

5. CONCLUSIONES

Durante los años 2022-2024 no se han detectado Blooms de cianobacterias en este embalse. La abundancia algal es muy baja. Los resultados parecen estar acorde a los resultados históricos, donde las cianofíceas formadoras de tapetes en el fondo suelen ser las dominantes. Este embalse se caracteriza por tener aguas muy turbias, por lo que seguramente afecte al desarrollo óptimo de las comunidades microalgales.

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.l.: 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.), Current approaches to Cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries. Federal Environment Agency (Umweltbundesamt). Dessau-Roßlau, Germany:pp. 21–28
- Nöges, P. & Viirret, M. 2001. Environmental conditions and the development of Planktonema lauterbornii Schmidle in phytoplankton of Karhijärvi, a lake in SW Finland. Boreal Env. Res. 6: 181–190. ISSN 1239-6095
- WHO (World Health Organization), 2003. Guidelines for Safe Recreational Water Environments—Volume 1: Coastal and Fresh Waters. World Health Organization, Geneva.