

Proliferación masiva de cianobacterias en el embalse de Ullibarri-Gamboa

Laura Muro¹, Salomé Ortiz de Landaluce¹, Nuria Cifuentes¹,
Araceli Vara¹ y Eduardo Costas²

(1) Aguas Municipales de Vitoria S.A. (AMVISA)

ETAP de Araka, N-240 Km 6,3 01012 Vitoria-Gasteiz

(2) Genética. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense Madrid.
Avda Puerta del Hierro s.n. 28040 Madrid

Resumen

Se realizó un estudio de microalgas totales, cianobacterias y cianotoxinas en el agua que AMVISA capta desde el embalse de Ullibarri-Gamboa durante el año 2004. Se observó un gran proliferación (*bloom*) de cianobacterias durante los meses de Noviembre y Diciembre, principalmente debida a *Gomphosphaeria sp.*. Como consecuencia se detectaron microcistinas, a concentraciones inferiores al máximo permitido por la legislación. Al mismo tiempo se realizaron muestreos en la estación de tratamiento de aguas potables (ETAP) para estimar la reducción de microalgas totales, cianobacterias y microcistinas conseguida con los tratamientos efectuados.

Introducción

Aguas Municipales de Vitoria (AMVISA), como empresa pública gestora del abastecimiento de la ciudad, tiene la responsabilidad de distribuir agua potable exenta de riesgos sanitarios. Para conseguir este objetivo, además de llevar a cabo todos los controles establecidos en la reglamentación vigente [1], comenzamos a estudiar en nuestras captaciones la presencia de microalgas totales, cianobacterias y cianotoxinas.

Desde el año 2000 el Área de Tratamiento y Calidad de AMVISA y el grupo de Control Veterinario de Microorganismos (COVEMI) de la UCM han desarrollado un programa de análisis, recuentos e intercalibraciones que ha permitido obtener importantes series de datos muy fiables sobre microalgas totales, cianobacterias y microcistinas en el sistema de captaciones (embalse Ullibarri-Gamboa y río Zadorra). Estas series de datos destacan por su elevada calidad (con valores de repetibilidad, reproducibilidad y precisión muy elevados a partir del año 2002).

En este trabajo se resume la evolución de cianobacterias y cianotoxinas durante el año 2004, por ser el año en que se detectó la mayor concentración de microcistinas. Teniendo en cuenta que Ullibarri-Gamboa es uno de los embalses de abastecimiento de más calidad de agua de España (y con menores concentraciones de cianotoxinas), estamos posiblemente ante un fenómeno preocupante que generará problemas en numerosos embalses de abastecimiento españoles.

Material y Métodos

Muestreo

Agua del Embalse de Ullibarri. El embalse de Ullibarri-Gamboa tiene capacidad de 147 Hm³, profundidad media de 13 m y profundidad máxima de 30 m. Su principal tributario es el río Zadorra. Posee una cuenca vertiente de 27.000 Ha y de escorrentía de 5.310 Ha. Los suelos son de arcilla, caliza, margas y un entorno dedicado a agricultura y pastizales.

La toma de muestras esta situada en la tubería que trae agua desde este embalse a la ETAP de Araca. Hay que tener en cuenta que esta agua procede del bombeo a unos 17 metros de profundidad media respecto la lámina de agua, en la zona cercana a la presa. La frecuencia de muestreo establecida es mensual, pasando a quincenal, semanal o cada 3 días, según la cantidad de microalgas y cianobacterias encontradas.

Agua en la planta de Araka. El tratamiento efectuado en la ETAP de ARAKA es el siguiente: 1) dosificación previa de productos (posibilidad de ozonización, posibilidad de añadir carbón activo en polvo, adición de cloro, adición de policloruro de aluminio, posibilidad de añadir sosa); 2) decantación en tres decantadores tipo Pulsador; 3) filtración por seis filtros de arena sílice de 0,85 m de altura y 1 mm de talla efectiva y 4) dosificación final de reactivos (posibilidad de ozonización, posibilidad de adición de sosa, fluoración con ácido hexafluorosilícico y cloración).

Se toman muestras de agua en la ETAP tras la filtración. La frecuencia del muestreo en este punto se ha realizado de forma esporádica, según los resultados encontrados en el agua del embalse de Ullibarri.

Recuento de microalgas y cianobacterias

Los recuentos se realizaron mediante las técnicas habituales (filtración por malla, cámara Neubauer), utilizando un microscopio NIKON TE-2000 U.

Periódicamente se realizaron intercalibraciones taxonómicas con expertos externos, presentando la identificación y recuento una elevada precisión.

Análisis de microcistina

En las determinaciones de rutina se utilizó un sistema comercial de detección y cuantificación de ELISA (EnvirogardTM), realizándose intercalibraciones con expertos externos.

Resultados

Se realizaron recuentos de fitoplancton en un total de 30 muestras procedentes el embalse de Ullibarri, 16 de ellas entre Noviembre y Diciembre, con el objeto de estudiar la evolución de la proliferación de cianobacterias detectado en esas fechas.

En la Tabla 1 aparece un resumen de los recuentos por grupos realizados a lo largo del año, así como los valores de microcistinas encontrados.

RECuentos de FITOPLANCTON (CEL-COL/L)								Microcistina (ppb)
AGUA PRETRATADA DE ULLIBARRI AÑO 2004								
	CIANO-FICEAS	CLORO-FICEAS	CRISO-FICEAS	DIATO-MEAS	DINO-FLAG	EUGLE-NAS	TOTAL	
26/01/2004	65	330	0	1.345	0	3	1.743	
12/02/2004	110	190	0	2.420	0	0	2.720	
11/03/2004	50	100	0	1.775	0	0	1.925	
01/04/2004	89	37	0	1.178	0	5	1.309	
20/04/2004	42	93	0	628	0	2	765	
25/05/2004	25	422	0	91	0	37	574	
09/06/2004	205	45	10	5	5	15	285	
22/06/2004	3.480	200	95	85	330	110	4.300	
14/07/2004	2.867	172	0	0	75	38	3.152	
03/08/2004	4.835	145	125	20	540	75	5.740	
25/08/2004	970	160	0	370	60	190	1.750	
21/09/2004	11.975	743	0	758	8	495	13.978	
25/10/2004	18.250	915	0	2.765	75	410	22.415	0,02
16/11/2004	59.164	640	0	1.270	90	60	61.224	
18/11/2004	39.200	1.100	0	28.600	0	100	69.000	
19/11/2004	41.000	700	0	88.000	0	200	129.800	
22/11/2004	27.550	1.117	0	206.830	0	217	235.714	
25/11/2004	62.189	650	0	60.630	0	50	123.519	0,33
26/11/2004	44.818	400	0	23.921	0	0	69.139	
29/11/2004	39.820	1.000	0	18.683	0	50	59.552	
30/11/2004	30.735	575	0	6.900	0	200	38.410	0,07
01/12/2004	33.400	825	0	12.075	0	200	46.500	
03/12/2004	31.100	2.100	0	23.550	0	0	56.750	
07/12/2004	14.300	1.000	0	32.894	25	125	48.344	
09/12/2004	11.225	850	0	55.898	25	125	68.123	0,28
13/12/2004	10.825							0,01
16/12/2004	14.000	450	0	4.750	0	50	19.250	0
21/12/2004	18.600	500	0	4.600	0	0	23.700	
27/12/2004	5.850	575	0	20.300	0	150	26.875	
30/12/2004	3.550	200	0	7.750	0	0	11.500	
Promedio							39.588	

Tabla 1: Recuento de fitoplancton en Ullibarrí. Año 2004.

Los resultados (Tabla 1) indican que en los primeros meses del año 2004 (de Enero a Mayo) el grupo taxonómico más abundante encontrado en las aguas del embalse de abastecimiento Ullibarrí fueron las diatomeas. La cantidad de cianobacterias detectadas durante estos meses fue muy baja.

En el mes de Junio se registró un aumento en las poblaciones de fitoplancton, aumentaron tanto las cianobacterias como el total de

microalgas. Durante el periodo de Junio a Agosto las cianobacterias se convirtieron en el grupo más abundante.

En este periodo también aumentaron, en menor medida, las clorofíceas, los dinoflagelados y las euglenofíceas.

Sin embargo el aumento más significativo de cianobacterias se registró entre los meses de Septiembre y Noviembre.

Se registró un incremento de 970 cel-col L⁻¹ en Agosto a 11.975 cel-col L⁻¹ en Septiembre, a 18.250 cel-col L⁻¹ en Octubre y a 59.164 cel-col L⁻¹ a mediados de Noviembre.

El genero más abundante al comienzo de este aumento de cianofíceas fue *Chroococcus* spp., acompañado en menor medida por *Gomphosphaeria* spp.

En el mes de Noviembre, el género *Gomphosphaeria* spp. fue el más abundante, siendo responsable de los recuentos crecientes de cianobacterias hasta alcanzar un máximo de 62.189 cel-col L⁻¹ registrado el día 25 de Noviembre. A partir de esta fecha la concentración de cianobacterias disminuyó de forma progresiva, terminando el año con una concentración de 3.550 cel-col L⁻¹.

En cuanto al recuento total de fitoplancton observamos, entre los meses de Septiembre y Noviembre, un aumento progresivo de 1.750 cel-col L⁻¹ en Agosto a 13.978 cel-col L⁻¹ en Septiembre, a 22.415 cel-col L⁻¹ en Octubre, a 61.224 cel-col L⁻¹ a mediados de Noviembre y a 235.714 cel-col L⁻¹ el 22 de Noviembre.

Este incremento se debió, además de por el número de cianobacterias, por la proliferación de diatomeas que pasaron de 370 cel-col L⁻¹ en Agosto a 206.830 cel-col L⁻¹ el 22 de Noviembre, disminuyendo después a 6.900 cel L⁻¹ el 30 de Noviembre.

Durante el mes de Diciembre volvió a aumentar la concentración de diatomeas hasta alcanzar 55.898 cel-col L⁻¹ el día 9 de ese mes. El último recuento del año, el día 30 de Diciembre, reveló una disminución en la concentración de diatomeas (7.750 cel L⁻¹).

Por tanto, la máxima concentración de cianobacterias y fitoplancton total se registró en el mes de Noviembre tal y como se muestra en la Fig. 1.

La concentración máxima de microcistina se detectó el día 25 de Noviembre y fue de 0,33 ppb. Si bien esta concentración representa un tercio de la concentración considerada peligrosa por la OMS, ha sido la máxima detectada en el agua procedente del embalse de Ullívarri desde que comenzamos este estudio (año 2000) hasta la fecha (Marzo 2007).

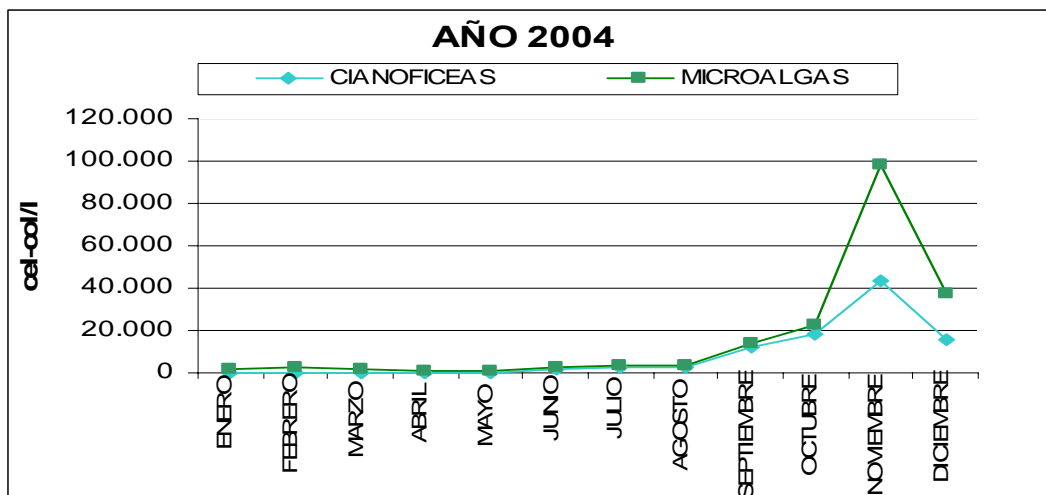


Figura 1. Ciclo anual de cianobacterias y fitoplancton total en el embalse de Ullibbarri.

En función de los resultados que se iban obteniendo realizamos modificaciones en el tratamiento del agua de abastecimiento.

El día 30 de Noviembre se detuvo el proceso de la precloración, con objeto de no destruir las cianobacterias y por tanto no liberar microcistina al agua. El día 3 de Diciembre se volvió a aplicar precloración, pues el equipo de postcloración no conseguía dosificar lo suficiente para obtener el cloro residual libre necesario en la salida de agua a la red de abastecimiento.

El día 1 de Diciembre se puso en marcha la dosificación de carbón activo en cabecera con el fin de retener la toxina disuelta y evitar que sobrepasara el sistema de filtración. La dosificación se mantuvo hasta el día 17 Diciembre.

Se realizaron análisis de microcistina en 3 muestras de agua recogidas tras los tratamientos de coagulación y filtración, encontrándose siempre valores por debajo de 0,05 ppb.

En la Tabla 2 exponemos los resultados de los recuentos de fitoplancton: 1) de las muestras de agua del embalse de Ullibbarri; 2) después de la dosificación de reactivos, decantación y filtración llevado a cabo en la ETAP de Araca y 3) el % de reducción de fitoplancton detectado en la ETAP, antes de la dosificación final de reactivos.

Conclusiones

En las primeras muestras de agua captada del embalse de Ullibbarri-Gamboa se observa la presencia de cianobacterias. La cantidad de estos microorganismos se mantuvo dentro de unos límites estables hasta el mes de Septiembre, en el que tuvo lugar un fenómeno de crecimiento masivo. La máxima concentración de cianobacterias se alcanzó en el mes de Noviembre.

	RECUEENTOS DE FITOPLANCTON (CEL-COL/L). ULLIBARRI			RECUEENTOS DE FITOPLANCTON (CEL-COL/L). AGUA FILTRADA			RETENCIÓN DE FITOPLANCTÓN POR FILTRACIÓN (%) DETECTADO EN LA ETAP		
	CIANO-FICEAS	DIATO-MEAS	TOTAL	CIANO-FICEAS	DIATO-MEAS	TOTAL	CIANO-FICEAS	DIATO-MEAS	RETENCIÓN TOTAL
26/01/2004	65	1.345	1.743	19	4	54	70,77	99,70	96,90
18/11/2004	39.200	28.600	69.000	3.850	5	3.935	90,18	99,98	94,30
22/11/2004	27.550	206.830	235.714	2.040	75	2.185	92,60	99,96	99,07
25/11/2004	62.189	60.630	123.519	2.350	50	2.450	96,22	99,92	98,02
01/12/2004	33.400	12.075	46.500	4.545	40	4.750	86,39	99,67	89,78
03/12/2004	31.100	23.550	56.750	4.820	10	5.120	84,50	99,96	90,98
07/12/2004	14.300	32.894	48.344	885	5	975	93,81	99,98	97,98
09/12/2004	11.225	55.898	68.123	1.030	10	1.105	90,82	99,98	98,38
16/12/2004	14.000	4.750	19.250	1.560	0	1.580	88,86	100,00	91,79
21/12/2004	18.600	4.600	23.700	1.080	0	1.100	94,19	100,00	95,36
27/12/2004	5.850	20.300	26.875	470	15	500	91,97	99,93	98,14
Promedio							89,12	99,92	95,52

Tabla 2. Eficiencia del sistema de tratamiento de la ETAP de Araca

Durante este muestreo realizado en 2004, las cianobacterias identificadas fueron especies que producían una concentración baja de toxina, de manera que en ningún caso se detectaron concentraciones superiores a 0,33 ppb.

Si las cianobacterias del género *Gomphosphaeria* que produjo la proliferación hubiesen sido productoras de altas concentraciones de toxina se podría haber alcanzado unos niveles críticos de toxicidad en agua. Por tanto, se considera adecuado establecer una vigilancia periódica y una escala de niveles de alerta, así como un protocolo de actuaciones adecuado a los resultados que se han obtenido.

Tras la detección del aumento de las cianobacterias potencialmente tóxicas, se realizó un tratamiento preventivo que consistió en reducir el tratamiento de cloración en cabecera para no romper las células de cianobacterias y de este modo evitar la liberación de más toxinas. Además se dosificó carbón activo en polvo a la entrada en la ETAP. El carbón activo en polvo no tiene efecto en la disminución de microalgas, pero si lo tiene en la eliminación de toxinas.

Se procuró eliminar las cianobacterias al máximo mediante procesos de coagulación y filtración sobre arena de sílice. Del estudio del tratamiento de coagulación-floculación y filtración efectuado en la ETAP de Araca, se puede concluir que con estos procesos, llegamos a eliminar un 95% del fitoplancton total presente. Por otro lado, observamos que la eficacia en la eliminación de microalgas es distinta según la especie de que se trate, siendo desde casi un 100% para diatomeas, hasta casi un 90% para las cianobacterias responsables del evento tóxico.

Los tratamientos de coagulación-floculación y filtración, junto con la reducción de cloración en cabecera y la aplicación de carbón activo, resultan eficaces para reducir significativamente la carga de microalgas totales y cianobacterias potencialmente peligrosas en episodios de proliferación masiva. También son eficaces en la reducción de la carga de toxina en el agua, puesto que la concentración máxima detectada en el agua tratada fue de 0,05 ppb.

Dada la repercusión sobre la salud pública que puede tener un crecimiento masivo de cianobacterias de especies y cepas hiperproductoras de toxinas, se considera conveniente hacer un estudio más completo de la eliminación tanto de cianobacterias como de microcistina con los distintos tratamientos que se pueden aplicar en la estación de tratamiento de agua potable.

Agradecimientos

Agradecer a Francisco Javier del Río, Jefe del Área de Tratamiento y Control de Calidad de AMVISA, por ser el que puso las inquietudes y consiguió los medios para trabajar en este mundo de las microalgas del embalse.

Agradecer a todo el grupo de trabajo del Departamento de Genética de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid el apoyo y asesoramiento prestado durante todos estos años.

Referencias

- [1] Real Decreto 140/2003 de 7 de Febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.