

VIGILANCIA SANITARIA DE CIANOBACTERIAS EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y AGUAS DE BAÑO

HEALTH SURVEYS OF CYANOBACTERIA IN DRINKING AND RECREATIONAL WATERS

Guadalupe Martínez Juárez e Idoia Merino Azcue

Sección de Salud Ambiental. Instituto de Ciencias de la Salud. Consejería de Sanidad. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

RESUMEN

Las autoridades de Salud Pública tienen implantados y consolidados programas de vigilancia sanitaria de aguas de consumo humano y aguas de baño, cuya finalidad es evitar riesgos para la salud de la población que consume agua o que utiliza con fines recreativos zonas de baño continentales. A la luz de los conocimientos científicos actuales, la proliferación de cianobacterias es un nuevo riesgo, que es necesario tener en cuenta en los programas de protección de la salud.

En el presente trabajo, cuyo principal objetivo es conocer la presencia de cianobacterias y microcistinas en aguas utilizadas para consumo humano y baño, se muestran los resultados obtenidos en los programas de vigilancia llevados a cabo en el Área de Salud de Talavera de la Reina en los últimos cuatro años. Se ha realizado un estudio descriptivo de la presencia de cianobacterias y microcistinas, en agua bruta de la captación de dos embalses y en agua tratada a la salida de dos plantas de tratamiento de agua potable. Esto mismo se ha estudiado en otros dos embalses utilizados para baño en época estival. Para ello se han efectuado muestreos quincenales y posterior identificación y recuento de cianobacterias y determinación de microcistinas disueltas en agua mediante técnica ELISA.

De los resultados de la vigilancia de aguas de consumo humano, se concluye que los valores de microcistinas detectados en los embalses no son elevados, apareciendo en menos del 6% de los muestreos efectuados y que el tratamiento aplicado en las plantas de tratamiento de agua potable, es eficaz para su eliminación. De la vigilancia de cianobacterias en el agua de baño, se concluye que a lo largo de tres temporadas, en el 48% de los muestreos realizados en las dos zonas de baño del área, se han superado las 100.000 células/ml, valor guía dado por la OMS, para valorar probabilidad moderada de efectos adversos en bañistas.

Destacar que es necesario disponer de datos sobre exposición a cianobacterias en aguas de consumo y aguas de baño, para ello se considera fundamental incluir en la normativa la vigilancia de cianobacterias. Asimismo, se deben poner en marcha sistemas de vigilancia de efectos en salud de la población expuesta.

PALABRAS CLAVE: vigilancia sanitaria; cianobacterias; aguas baño; aguas consumo.

ABSTRACT

Environmental surveys of drinking and recreational waters with the objective of related health risk control are a common component in public health policy. Based in updated scientific knowledge proliferation of Cyanobacteria constitutes a new risk, and it should be considered in public health programs.

The principal objective of this work is to assess the presence of cyanobacteria and microcystins in drinking and recreational waters. Results of a four year survey in the sanitary department of Talavera de la Reina are presented.

A descriptive study of the presence of cyanobacteria and microcystins, in non treated water from two reservoirs at the pick up point and after treatment in the exit point from two treatment plants. The same approach has been used in two recreational summer natural water reservoirs. Every fifteen days samples were analysed for cyanobacteria recount and free microcystin level determination by ELISA essay.

From the results of the analysis in drinking water we concluded that microcystines levels in non treated water from reservoirs are not high, less than 6 per cent of samples showed a positive results for microcystins. Treatment was effective as no sample after treatment showed a positive result for microcystins.

48 per cent of recreational water samples showed levels above 100,000 cells per ml, which corresponds to the WHO moderate adverse effect risk guide level.

Public health policy should include systematic level survey of cyanobacterias from drinking and recreational water. Exposure related health adverse effects surveys should be conducted.

KEY WORDS: environment and public health. health surveys. cyanobacteria. recreational and drinking waters.

Correspondencia: Guadalupe Martínez Juárez · Instituto de Ciencias de la Salud · Ctra. Extremadura, km 114, 100; 45600 Talavera de la Reina (Toledo) · Tel.: 925 83 92 65; Fax: 925 83 92 80 · gumartinez@jccm.es

INTRODUCCIÓN

La proliferación de cianobacterias (*bloom*) en masas de agua superficiales utilizadas para uso recreativo¹ o destinadas a la producción de agua de consumo humano para la población², se empieza a considerar un riesgo para la salud de bañistas y consumidores, dada la capacidad de estos microorganismos de producir toxinas (cianotoxinas)².

Las autoridades de Salud Pública tienen implantados y consolidados programas de vigilancia sanitaria de aguas de consumo humano y de aguas de baño, cuya finalidad es evitar riesgos para la salud de la población que consume agua o que utiliza con fines recreativos zonas de baño continentales^{1,2}. A la luz de los conocimientos científicos actuales, la proliferación de cianobacterias es un nuevo riesgo, desconocido o de escasa relevancia dentro de las prioridades sanitarias de años pasados, pero que es necesario tener en cuenta en los programas de protección de la salud de la población².

Basándose en las recomendaciones dadas por la Organización Mundial de la Salud en las últimas Guías (OMS, 1998), la Unión Europea ha incorporado en la Directiva 2006/7/CE, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño, la necesidad de controlar los riesgos para la salud debidos a cianobacterias³. Esta directiva se ha traspuesto en nuestro país, con el actual R. D. 1341/2007 sobre la gestión de la calidad de aguas de baño, donde se establece la necesidad de llevar un control adecuado de estos organismos, de tal forma que ante la existencia de un posible riesgo para la salud, se adopten inmediatamente, medidas de gestión adecuadas, incluyendo la información al público⁴.

Por otro lado, aunque la Directiva 98/83/CE sobre la calidad de las aguas de consumo humano no lo recoge, la legislación española en el R. D. 140/2003 si contempla los valores guía dados por la OMS en las guías para la calidad del agua potable para microcistinas (MC)(cianotoxinas más comunes y más generalizadas), fijando su valor paramétrico (VP) en 1µg/l a la salida de la estación de tratamiento de agua potable (ETAP)⁵.

Nuestra experiencia en el estudio de cianobacterias se remonta al año 1984, como consecuencia de un episodio de aparición de olor y sabor desagradables en el agua de consumo del abastecimiento público de Talavera de la Reina, ocasionado por un *bloom* de cianobacterias productoras de geosmina en el embalse de Cazalegas, del que se abastecía esta localidad⁶. Desde entonces y en el marco del Programa de Vigilancia de Aguas de Consumo Humano del Área de Salud de Talavera de la Reina, se comenzó a hacer seguimiento de cianobacterias (algas cianofíceas) en los embalses del área utilizados para abastecimiento, a fin de poder realizar la detección precoz de *blooms*, poder introducir

en las ETAP las medidas correctoras necesarias para disminuir sus efectos y conocer el impacto sobre la calidad del agua de consumo⁷. Como resultado de los distintos trabajos y estudios realizados a lo largo de todos estos años, se ha comprobado que dos de los embalses del área, Navalcán y Cazalegas, utilizados para abastecimiento de distintos municipios, sufren *blooms* estacionales de cianobacterias potencialmente tóxicas de los géneros: *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria* y *Aphanizomenon*^{6,7}. Durante los años 1990/91, en el marco de un convenio de colaboración entre el Ministerio de Sanidad y Consumo y la Consejería de Sanidad de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, ambos se clasificaron como hipereutróficos.

Puesto que el citado embalse de Cazalegas también se usa con fines recreativos, en el año 2001 y con motivo del desarrollo del Programa de Vigilancia de Aguas de Baño, comenzó a hacerse el seguimiento de cianobacterias en aguas de las dos zonas de baño del área de salud, ubicadas en los embalses de Cazalegas y Rosarito.

En el presente trabajo, cuyo principal objetivo es conocer la presencia de cianobacterias y microcistinas en aguas utilizadas para consumo y baño, a fin de adoptar las medidas necesarias para evitar riesgos de la población expuesta, se muestran los resultados obtenidos en los programas de vigilancia llevados a cabo en nuestra área de salud en los últimos años.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se ha llevado a cabo entre los años 2002 a 2005, periodo en el que se han estudiado tres embalses pertenecientes a la cuenca hidrográfica del Tajo:

- Cazalegas, situado sobre el río Alberche, tiene una capacidad aproximada de 7 Hm³ y muy poca profundidad. Se utiliza como fuente de agua para abastecimiento de distintas localidades con una población aproximada de 90.000 habitantes. Además, es utilizado como zona de baño por un importante número de personas durante la época estival y para riego.
- Navalcán, recibe el agua del río Guadyrbas (afluente del Tiétar) y de distintos arroyos de la zona, tiene una capacidad de 34 Hm³. Se utiliza para riego y abastecimiento de varias localidades, con una población aproximada de 15.000 habitantes.
- Rosarito, situado en la cuenca del río Tiétar, se comunica a través del río Guadyrbas con el embalse de Navalcán. Tiene una capacidad de 82 Hm³ y es utilizado para riego y zona de baño.

También se ha estudiado el agua de consumo humano procedente de dos ETAP que utilizan estos embalses (una se surte de Navalcán y la otra de Cazalegas). Las dos suministran agua a diversos municipios, que suponen una población total aproximada de 105.000 habitantes.

La ETAP que trata el agua procedente del embalse de Cazalegas, emplea un sistema de tratamiento que incluye los procesos de desbaste, preoxidación con cloro o permanganato, coagulación-floculación y decantación en decantadores estáticos, y filtración con arena silíceo en filtros abiertos. En el momento en que se detecta la presencia de cianobacterias, se sustituye la preoxidación con cloro o permanganato por ozonización y, además, se adiciona carbón activo en polvo antes de la coagulación-floculación.

La ETAP que trata el agua procedente del embalse de Navalcán, realiza los mismos procesos, pero no dispone de sistema de ozonización y utiliza filtros de arena cerrados.

La vigilancia de aguas de consumo se han llevado a cabo durante los años 2002 a 2005, en este periodo se han realizado muestreos quincenales en los embalses de Cazalegas y Navalcán. Los puntos de muestreo han sido, la zona más próxima a la captación en los embalses y la salida de cada una de las dos ETAP.

La vigilancia de aguas de baño se ha llevado a cabo durante los años 2003 a 2005, realizando muestreos quincenales en la temporada de baño (15 de mayo a 15 de septiembre), en los embalses de Cazalegas y Rosarito. Los puntos de muestreo han sido la zona de mayor acceso de bañistas en cada uno de los embalses. Cabe señalar que los puntos de muestro para aguas de consumo y baño en el embalse de Cazalegas no coinciden.

En todas las muestras se realizó:

- Identificación y recuento de cianobacterias en cámara de sedimentación con microscopio invertido (Standard Methods, 1985⁸).
- Determinación de microcistinas disueltas en agua mediante técnicas inmunoquímicas (ELISA) utilizando kits comerciales (EnviroGard Microcystins Plate Kit).

Las muestras para el estudio de poblaciones de cianobacterias, se recogieron en envases de 1,5 l de polietileno, que se conservaron debidamente refrigeradas y se procesaron antes de 24 horas. Para la determinación de microcistinas, se utilizaron envases de polietileno de 250 ml, que se conservaron refrigerados si el análisis se efectúa antes de 24 horas tras la recogida o congeladas si el periodo comprendido entre recepción y análisis era mayor.

Cuando se detectó la presencia de bloom de cianobacterias en un embalse, se recogieron muestras de agua del embalse y de la salida de las ETAPs y se remitieron al Centro Nacional de Alimentación, de la Agencia de Seguridad Alimentaria, para determinar la presencia de toxinas (Bioensayo en ratón W. Carmichael, 1980⁹).

Para la valoración sanitaria de muestras de agua de consumo humano, se aplicó el valor paramétrico de microcistinas establecido en el R. D. 140/2003, por el

que se establecen los criterios sanitarios de la calidad de las aguas de consumo humano⁵.

Al no existir base legal para la valoración del agua de los puntos de baño que contengan cianobacterias, se aplicaron los criterios establecidos por la OMS^{1,9} en las guías para ambientes seguros en aguas recreativas, donde se dan los siguientes valores guía:

- Baja probabilidad de efectos adversos sobre la salud, 20.000 células/ml.
- Probabilidad moderada de efectos adversos sobre la salud, 100.000 células/ml.
- Riesgo elevado de efectos adversos sobre la salud, presencia de natas o espumas.

Por ello, basándonos en el principio de precaución, se desaconsejó el baño mientras se detectara la presencia de natas de cianobacterias en el embalse.

RESULTADOS

Aguas de consumo humano

Durante los años 2002 a 2005 se han recogido en los embalses de Cazalegas y Navalcán muestras quincenales, para cuantificar los géneros de cianobacterias existentes y los valores de microcistinas disueltas en el agua de la captación de agua de consumo humano, antes de su entrada en cada una de las ETAP.

En la figura 1 puede verse la evolución anual de cianobacterias y microcistinas en el agua del embalse de Cazalegas. Los géneros encontrados en este embalse son *Anabaena*, *Microcystis* y en menor cantidad *Aphanizomenon*, detectándose su presencia entre las quincenas 11 a 19 (correspondiente a los meses de junio a primeros de octubre), dándose los valores más altos en los meses de julio y agosto (quincenas 14, 15 y 16).

En el año 2003, se detectaron los niveles más altos de cianobacterias al producirse a finales de julio un bloom del género *Anabaena*. En ese mismo muestreo se produjo un fuerte episodio de olor y sabor en el agua de consumo, detectándose niveles de geosmina en el embalse de 24,7 µg/l; los ensayos de toxicidad realizados con bioensayo de ratón al agua del embalse y al agua de la salida de la ETAP, resultaron negativos. En este año, sin embargo, los niveles de microcistinas no sobrepasaron en ningún muestreo los 0,5 µg/l.

En el año 2004 también se detectaron valores elevados de cianobacterias, sin que se produjese situación de bloom con formación de natas. Puede observarse que en este año, se detectan los valores más altos de microcistinas (2,1 µg/l), coincidiendo con valores de *Microcystis* y *Anabaena* superiores a 100.000 células por ml. En el año 2005 no se encontraron cianobacterias en este embalse, siendo también muy bajos los valores de microcistinas.

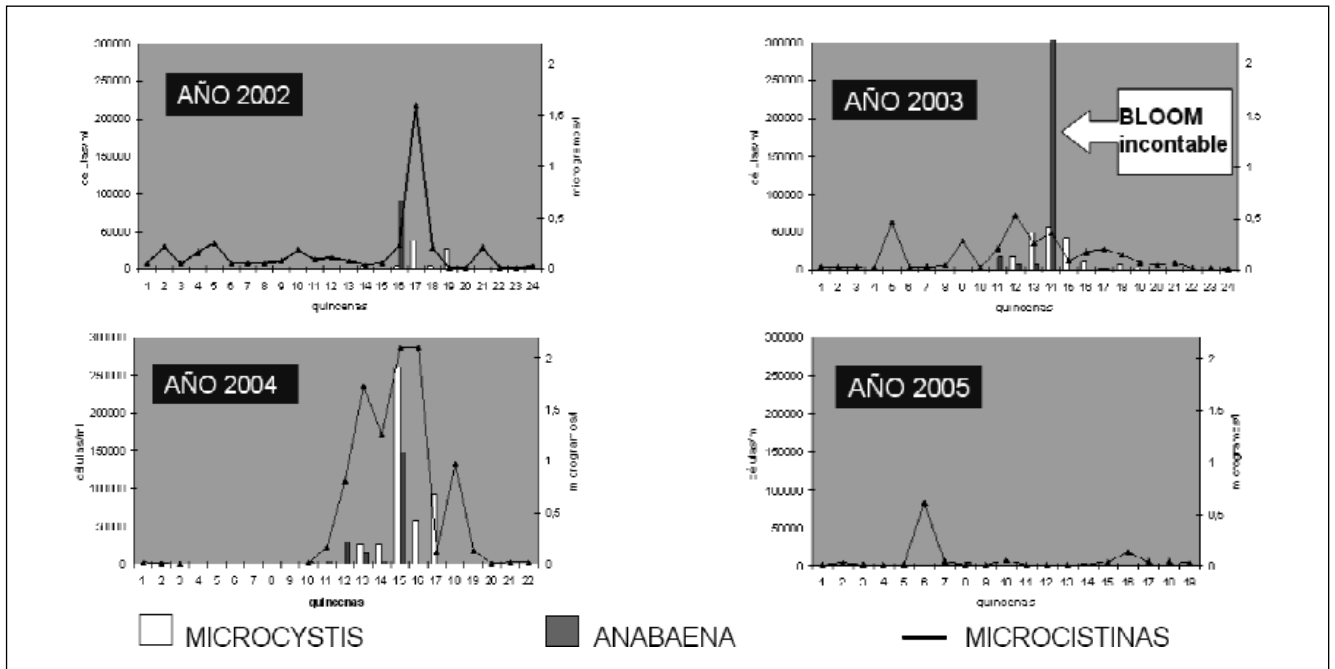


FIGURA 1. Géneros de cianobacterias y microcistinas en agua bruta. Embalse de Cazalegas.

Los valores de microcistinas en agua bruta de la captación del embalse de Cazalegas y en agua tratada a la salida de la ETAP se comparan en la tabla 1. El valor más alto (2,1 $\mu\text{g/l}$), se detectó en el año 2004 en el agua bruta. De los 89 muestreos efectuados en este embalse en sólo 5 de ellos se ha superado el valor de 1 $\mu\text{g/l}$ de esta cianotoxina, siendo sus valores en agua tratada inferiores a 0,2 $\mu\text{g/l}$.

En la figura 2 se observa la evolución anual de cianobacterias y microcistinas en el embalse de Navalcán. Se detectaron cianobacterias del género *Oscillatoria* con valores superiores a 100.000 células/ml en casi todos los muestreos del año, la población del género *Anabaena* se dio mayoritariamente en el periodo estival (quincenas 11-16).

A finales de agosto de 2003 se produjo un *bloom*, siendo imposible contar el número de células de cianobacterias existentes, en cualquier caso superaron las 500.000 células por ml. Los ensayos de toxicidad efectuados al agua fueron negativos. En los distintos años se com-

prueba que los muestreos que presentan los valores más altos de este tipo cianobacterias no coinciden con los que tienen valores más altos de microcistinas.

En la tabla 2 puede verse la comparación de microcistinas disueltas en el agua bruta del embalse de Navalcán y en el agua tratada a la salida de la ETAP. El valor más alto de esta cianotoxina 1,6 $\mu\text{g/l}$, se detectó en el agua bruta en el año 2002. Al igual que en el embalse de Cazalegas, en sólo 5 de los 86 muestreos realizados en este embalse se han superado los valores paramétricos. En todos los años y en todos los muestreos los valores en agua tratada son inferiores a 0,5 $\mu\text{g/l}$.

Aguas de baño

Durante los años 2003 a 2005, se han efectuado 48 muestreos en las 2 zonas de baño estudiadas.

En la tabla 3 se han clasificado los muestreos efectuados en el embalse de Rosarito durante estos tres años, según los valores guía establecidos por la OMS

TABLA 1. Vigilancia de microcistinas en agua bruta y agua tratada del embalse de Cazalegas

	2002	2003	2004	2005
Número de muestreos	24	24	22	19
Valor máximo en agua bruta ($\mu\text{g/l}$)	1,6	0,5	2,1	0,6
Valor máximo en agua tratada ($\mu\text{g/l}$)	0,2	0,1	0,1	0,1
Muestreos en microcistinas (MC) \geq al valor paramétrico (VP) en agua bruta	1	0	4	0
Muestreos en microcistinas (MC) \geq al valor paramétrico (VP) en agua tratada	0	0	0	0

Periodo 2002-2005. Valores máximos de microcistinas y número de muestreos con concentraciones superiores al valor paramétrico.

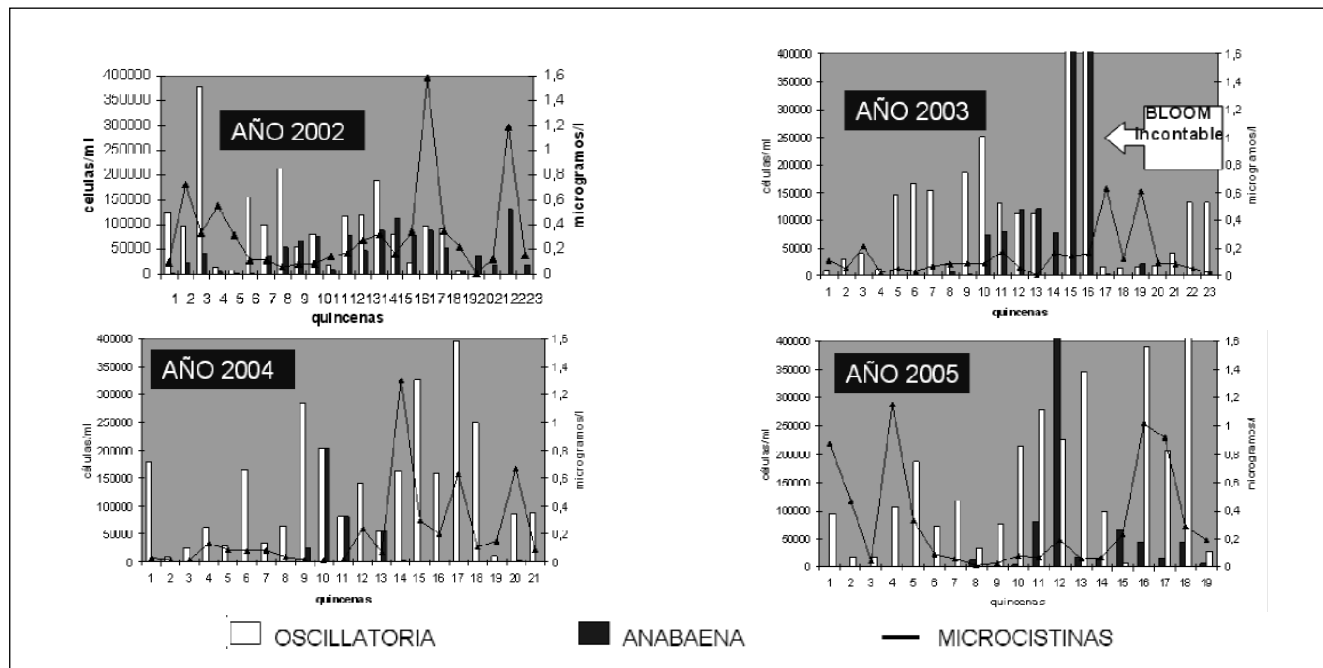


FIGURA 2. Géneros de cianobacterias y microcistinas en agua bruta. Embalse de Navalcán.

para efectos adversos en la salud. En cuatro muestreos se ha detectado la presencia de espumas o natas en el agua de los puntos de baño. Prácticamente en todos los muestreos se han superado los valores de 100.000 células/ml en este embalse. En ninguno de ellos los valores de microcistinas en el agua han sido superiores a 1 µg/l.

Los resultados de la vigilancia de cianobacterias y mi-

crocistinas en aguas de baño del embalse de Cazalegas se exponen en la tabla 4. En este embalse no se superan las 100.000 células/ml en la mayoría de los muestreos y sólo en uno de ellos, en el año 2003, se ha detectado la presencia de natas.

En el año 2004, con concentraciones no muy elevadas de cianobacterias, se detectaron en tres muestreos valores de microcistinas superiores a 1 µg/l.

TABLA 2. Vigilancia de microcistinas en agua bruta y agua tratada del embalse de Navalcán

	2002	2003	2004	2005
Número de muestreos	23	23	21	19
Valor máximo en agua bruta (µg/l)	1,6	0,6	1,3	1,1
Valor máximo en agua tratada (µg/l)	0,3	0,1	0,5	0,1
Muestreos en MC ≥ al VP en agua bruta	2	0	1	2
Muestreos en MC ≥ al VP en agua tratada	0	0	0	0

Periodo 2002-2005. Valores máximos de microcistinas y número de muestreos con concentraciones superiores al valor paramétrico.

TABLA 3. Vigilancia de cianobacterias y microcistinas en el embalse de Rosarito

	2003	2004	2005
Número de muestreos			
Realizados	8	8	8
Cianobacterias > de 20.000 < 100.000 células/ml	1	1	0
Cianobacterias > de 100.000 células/ml	5	7	8
Natas	4	0	0
Microcistinas ≥ 1 mg/l	0	0	0

Periodo 2003-2005. Clasificación de los muestreos según los valores guía OMS, 1998.

TABLA 4. Vigilancia de cianobacterias y microcistinas en el embalse de Cazalegas

Número de muestreos	2003	2004	2005
Realizados	8	8	8
Cianobacterias > de 20.000 < 100.000 células/ml	3	4	0
Cianobacterias > de 100.000 células/ml	2	1	0
Natas	1	0	0
Microcistinas \geq 1 μ g/l	0	3	0

Periodo 2003-2005. Clasificación de los muestreos según los valores guía OMS, 1998.

Como puede apreciarse tras la observación de las dos tablas, de los 48 muestreos, en 23 se superan las 100.000 células de cianobacterias/ml, lo que supone un 48% de los muestreos realizados en las zonas de baño del área sanitaria.

DISCUSIÓN

La mayor proliferación de cianobacterias en los embalses estudiados se produce en época estival, alcanzando poblaciones de más de 100.000 células/ml.

A priori, no parece existir asociación entre las mayores concentraciones encontradas de microcistinas y algún género en particular de cianobacterias o con los valores máximos de estas.

Las concentraciones de microcistinas detectadas en el agua bruta, no se consideran elevadas, siendo el valor máximo en el embalse de Cazalegas de 2,1 μ g/l y en el de Navalcán, 1,6 μ g/l. En menos del 6% de los muestreos efectuados al agua bruta de ambos embalses se supera el valor paramétrico establecido para microcistinas en el R. D. 140/2003. En ningún momento el agua de la salida de las ETAP estudiadas, ha superado éste valor paramétrico, por lo que concluimos que el tratamiento aplicado en ellas se muestra eficaz para eliminar esta toxina.

Por otro lado, en los bioensayos de ratón efectuados en situación de *bloom* en el agua bruta de los embalses y en el agua tratada, no se ha detectado toxicidad debida a cianobacterias.

Según estos datos, concluimos que el agua que consume la población se debe considerar segura y no implica riesgos para los consumidores.

La principal alarma de la población, aunque en principio no suponga un riesgo sanitario, es la aparición de olor y sabor en el agua de la red de abastecimiento público, siendo en esta situación cuando se demandan intervenciones a los gestores y a la autoridad sanitaria.

El tratamiento aplicado en las dos ETAP es un tratamiento físico-químico intensivo con técnicas de afino

que, según el R. D. 927/1988, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, y posteriores modificaciones del mismo, es al que deben someterse las aguas clasificadas como tipo A3. La normativa vigente, no contempla entre los parámetros utilizados para clasificar un agua como A1, A2 o A3 ningún aspecto relativo a cianobacterias o cianotoxinas, siendo fundamental que se regule este hecho y se fije el tipo de tratamiento al que deben someterse las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable que presenten proliferaciones, estacionales o continuas, de cianobacterias.

Según se establece en el artículo 7, del R. D. 140/2003, por poder entrañar algún riesgo para la salud pública, los organismos de cuenca y las administraciones hidráulicas de las Comunidades autónomas, deberían incluir en su vigilancia las poblaciones de cianobacterias presentes en las captaciones de agua e informar de su situación a gestores y autoridades sanitarias, para que adopten las medidas correctoras necesarias que garanticen la aptitud del agua para consumo.

En cuanto a la vigilancia de cianobacterias en el agua de baño de los embalses estudiados, concluimos que a lo largo de tres temporadas, en el 48% de los muestreos realizados en las dos zonas de baño del área, se han superado las 100.000 células/ml, por tanto y según los valores guías dados por la OMS, existe una probabilidad moderada de efectos adversos sobre la salud, como consecuencia del baño en estas zonas. Dada la gran cantidad de zonas de baño continentales existentes en nuestro país, se considera necesario estudiar las poblaciones de cianobacterias en sus aguas, para disponer de datos sobre exposición a estos organismos y posterior utilización en estudios epidemiológicos y de valoración de riesgo.

Se considera fundamental la puesta en marcha, por parte de las autoridades sanitarias, de sistemas de vigilancia de efectos en salud de población expuesta a cianobacterias¹⁰ ya que, dada la gran variedad de síntomas inespecíficos que pueden aparecer, ni los pacientes ni los médicos lo asocian con exposición a cianotoxinas.

Por último, indicar que la implantación del R. D. 1341/2007, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño, facilitará a las autoridades sanitarias la adopción de medidas de gestión adecuadas que eviten riesgos para la salud de los bañistas, a la vez que permitirá disponer de información sobre la exposición.

AGRADECIMIENTOS

A todos los compañeros de las secciones de sanidad ambiental, del servicio de laboratorio y a los residentes del Instituto de Ciencias de la Salud, que de una u otra manera han colaborado, permitiendo así la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. OMS. Guías para ambientes seguros en aguas recreativas. Vol. 1: Aguas costeras y aguas dulces. Versión preliminar; 1998.
2. WHO. Guidelines for drinking-water quality. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva. World Health Organization; 1998.
3. Directiva 2006/7/CEE, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño. DOCE de 4 de abril.
4. Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de aguas de baño. BOE núm. 257, de 26 de octubre.
5. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE núm. 45, de 21 de febrero.
6. Martínez Juárez G. Estudio de blooms de algas aparecidos en embalses de abastecimiento en el Área Sanitaria de Talavera de la Reina. En: II Jornadas Nacionales de Sanidad Ambiental. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid; 1991.
7. Riobobos C, Martínez G, et al. Estudio de los procesos de eutrofización de las aguas embalsadas. Riesgos para la salud. Modelo de vigilancia. Boletín de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental 1995; 2: 27-33.
8. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. 20 Ed. Washington; 1998.
9. Chorus I, Bartram J. Editores. Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to their public health consequences monitoring and management. London. WHO; 1999.
10. Gonseth García J, Martínez Juárez G. Propuesta de actuaciones ante la presencia de altas concentraciones de cianobacterias en aguas de baño. Rev salud ambient 2005; 5(1), p 98.