

# Evaluación de la calidad de agua para uso recreativo del embalse San Roque, Córdoba, Argentina.

*Florencia Nadal, Marcia Ruiz, María Inés Rodríguez, Silvana Halac, Patricia Olivera*

Instituto Nacional del Agua – Centro de la Región Semiárida, Córdoba.

E-mail: [anadal@ina.gov.ar](mailto:anadal@ina.gov.ar)

## RESUMEN

El embalse San Roque está ubicado a 35 km de la ciudad de Córdoba. Es la principal fuente de abastecimiento de agua potable de la ciudad y un importante ámbito donde se desarrollan múltiples actividades recreacionales. Por esta razón, se analizaron algunos balnearios del mismo para tener una visión clara y de base sobre la situación sanitaria de sus costas para este uso.

Se monitoreó mensualmente, entre 2010 y 2011, tres playas: Club Instituto, Bahía Los Mimbres y Bahía El Gitano, determinándose la concentración de coliformes totales (CT), coliformes termotolerantes (CTT), *E. coli*, cianobacterias y microcistinas totales (MCsT), comparándose los valores obtenidos con niveles guías referidos a agua de baño.

La concentración de CT fue, en todos los casos, menor al límite máximo que establecía el Consejo de la Comunidad Europea (CCE) (normativa derogada actualmente). La abundancia de CTT en el 95% de los casos fue menor al valor máximo que establece el Consejo Nacional de Medio Ambiente de Brasil (CONAMA) y el 90% menor al límite de aceptabilidad que regula la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés). Respecto a abundancia de *E. coli*, todas las muestras satisfacen el límite de CONAMA y el de CCE, mientras que un 83% cumple con lo que establece la EPA, cuyos estándares son sugeridos la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH). Sin embargo, en la mayoría de los meses el nivel de MCsT superó, tanto en Club Instituto como en Los Mimbres, lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés) para evitar efectos adversos moderados en la salud. Las playas que demostraron ser aptas para su uso recreativo a nivel bacteriológico superaron los niveles permitidos de MCsT para agua de baño.

## INTRODUCCIÓN

La Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH, 2003) define a aguas recreativas como aquellos cuerpos superficiales que se utilizan principalmente para baño y actividades deportivas. Por lo tanto, al estar el usuario en contacto primario con este tipo de agua, es fundamental conocer el estado sanitario de las mismas a fin de evitar la transmisión de enfermedades de origen hídrico. Se torna más importante aún monitorear aguas recreativas que están afectadas por descargas directas o difusas de efluentes cloacales y/o industriales, y que pueden tener un alto riesgo de contaminación a través de bacterias patógenas y de metabolitos tóxicos producto de floraciones algales en cuerpos eutrofizados.

Los microorganismos patógenos que se encuentran en el agua de uso recreacional producen enfermedades gastrointestinales, enfermedades respiratorias febriles agudas e infecciones en ojos y oídos (Rees *et al.*, 2000). Se evidencia una clara conexión entre las cianobacterias y los efectos adversos a la salud debido a la presencia de microcistinas totales, particularmente enfermedades gastrointestinales y hepáticas, efectos neurológicos, reacciones cutáneas y cáncer (Pilotto, 2008)

Para poder evaluar el estado sanitario de las aguas destinadas a uso recreativo, es necesario contar con niveles guías basados en estudios epidemiológicos. Éstos deberían ser interpretados o modificados en función de factores regionales o locales. Tales factores incluyen la naturaleza y severidad de enfermedades endémicas locales, el comportamiento de la población, la forma de exposición y los aspectos socioculturales, económicos, ambientales y técnicos (WHO, 2003).

Sin embargo, a nivel nacional aún no se han establecido límites para la presencia de ningún grupo de indicadores de contaminación en aguas recreacionales, únicamente se utilizan niveles guía internacionales (Folabella *et al.*, 2006). Estos niveles guía fueron establecidos para coliformes totales, termotolerantes, *Escherichia coli* y enterococos por diversos organismos y países (WGRWQ, 1992; CONAMA, 2000; Salas, 2000; WHO, 2003; EPA, 2004; CCE, 2006). En el caso de Argentina, la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH) sugiere adoptar lo establecido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1986) en lo que respecta a *E. coli* y Enterococos.

Aunque existen varios informes de niveles guías de bacteriología, en lo que respecta a cianotoxinas los reportes son más acotados. Pocos organismos, tales como la Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés) (2003), el Consejo Nacional de Sanidad e Investigaciones Médicas del Gobierno de Australia (NHMRC, por sus siglas en inglés) (2008) y la Comisión Nacional de Medioambiente de Brasil (CONAMA) (2005) han establecido niveles guías para cianobacterias y/o cianotoxinas.

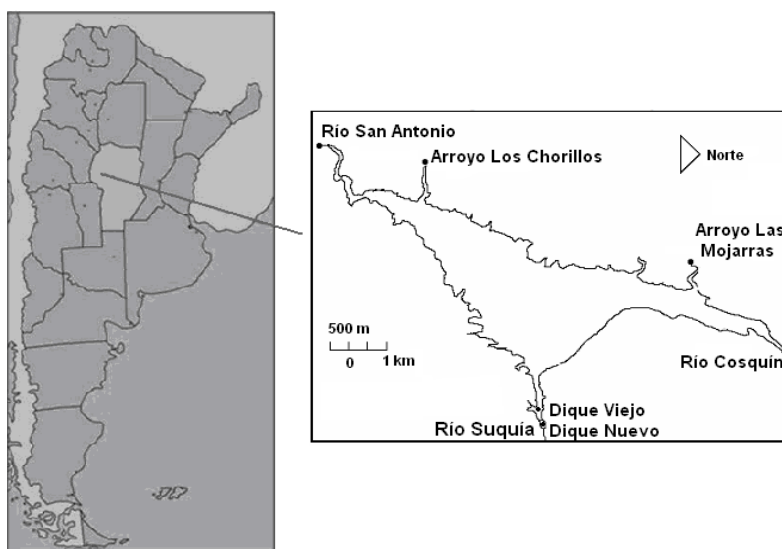
Las costas del embalse San Roque son ampliamente utilizadas para actividades recreativas de contacto directo e indirecto, sobre todo en época estival. Debido a este uso, y a que este cuerpo de agua es eutrófico y recibe descargas directas e indirectas de efluentes cloacales, se han planteado como objetivos de este trabajo:

- Caracterizar las zonas balnearias en lo que respecta a microorganismos patógenos (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*) y cianotoxinas (microcistinas totales) del embalse San Roque,
- Verificar si dichos parámetros cumplen con los valores guías establecidos por la EPA, CCE y CONAMA.

## ÁREA DE ESTUDIO

El Embalse San Roque (31° 22' S y 64° 27' O) se localiza en el Valle de Punilla a 608 m.s.n.m. en la provincia de Córdoba (Figura 1). A sus orillas se encuentra la ciudad de Villa Carlos Paz, Bialet Massé, Villa Santa Cruz del Lago, San Roque y Villa Parque Siquiman.

La red hidrográfica está conformada por los ríos Cosquín y San Antonio con módulos de aproximadamente 5.5 m<sup>3</sup>/s y 3.5 m<sup>3</sup>/s respectivamente y los arroyos Las Mojarras y Los Chorillos con cerca de 0.3 m<sup>3</sup>/s cada uno. El embalse posee una cuenca de drenaje de 1750 km<sup>2</sup> (Rodríguez *et al.*, 2000).



**Figura 1.-** Ubicación del embalse San Roque y sus afluentes.

Por su ubicación geográfica, el clima de la región es templado, con una temperatura media anual de 14° C y vientos predominantes del cuadrante sur y norte. Las precipitaciones estivales varían en el rango de 400 a 1000 mm, con una media anual de aproximadamente 720 mm. Al nivel de cota de vertedero (35,3 m) la superficie del embalse es de 15 km<sup>2</sup>, con 201 hm<sup>3</sup> de volumen y una profundidad media de 13,4 m. El tiempo de residencia medio aproximado es de 0,1 a 0,6 años. El embalse cumple principalmente la función de provisión de agua al 70% de la población de la ciudad de Córdoba, control de inundaciones, aprovechamiento hidroeléctrico y es a su vez, un ámbito en el que se desarrollan múltiples actividades recreativas (Ruiz *et al.*, 2009).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Monitoreo*

Con el fin de relevar y evaluar el estado sanitario de las costas del embalse que tienen un uso recreativo, se monitoreó mensualmente, en los meses de enero a abril y de septiembre a diciembre de 2010 y 2011, tres playas del San Roque: Club Instituto, Bahía Los Mimbres y Bahía El Gitano (Figura 2). Las mismas fueron elegidas debido a que reciben un importante número de bañistas en época estival.



**Figura 2.-** Ubicación de las playas monitoreadas del embalse San Roque.

El acceso a las playas se realizó en lancha. Las mediciones *in situ* y toma de muestras de agua se realizaron con motor apagado al menos durante 15 minutos para evitar interferencias (turbulencias, combustibles). Las muestras de agua se tomaron sumergiendo las botellas a una profundidad subsuperficial entre 0,30 m y 0,50 m y a una distancia aproximada de 1 a 10 m de la costa.

### *Análisis bacteriológico*

Se tomaron mensualmente 250 mL de muestra en envase esterilizado de polietileno en cada una de las playas y se analizaron coliformes totales (CT), coliformes termotolerantes (CTT) y *Escherichia coli* de acuerdo al Standard Methods (APHA, AWWA, WEF, 2005). Se utilizó la técnica de fermentación en tubos múltiples, empleando 5 tubos por dilución. Para la cuantificación de CT se usó el medio líquido Caldo Lauril Sulfato, mientras que para la cuantificación de CTT y *E. coli* se utilizó caldo líquido EC con agregado de MUG (4-

metil umbeliferil-  $\beta$ - D- glucurónido) que ante la presencia de luz ultravioleta produce fluorescencia para *E. coli* positiva.

#### *Análisis de cianobacterias y microcistinas totales.*

Para el análisis de estos dos parámetros se tomó mensualmente 1 L de muestra en envases de polietileno de 1 L de capacidad, en cada una de las playas. La determinación de la abundancia de cianobacterias se realizó de acuerdo al Standard Methods (APHA, AWWA, WEF, 2005), mientras que para la determinación de Microcistinas Totales (MCsT) se utilizó el Método Inmunológico ELISA empleando el Kit Quantiplate™ de la firma EnviroLogix (USA).

#### *Comparación de los resultados con niveles guías de calidad de agua recreativa*

Los resultados bacteriológicos de las muestras se compararon con los valores guías establecidos por la CONAMA (2000), la EPA (1986), y el CCE (1976; 2006). Si bien la directiva CEE (1976), que incluía a las CT como indicador, ya ha sido derogada, en este trabajo se plantea usarla para observar cómo se ubican los valores de este indicador en la presente área de estudio frente a la evolución histórica de las bacterias indicadoras de contaminación fecal.

Debido a que los valores guías anteriormente nombrados están expresados en colonias/100 mL, para poder realizar el análisis comparativo, se consideró como equivalente una colonia como una unidad de NMP, tal como lo expresan otros autores (O'Mill *et al.*, 2009).

En lo que respecta a las cianobacterias y MCsT se tomó en cuenta el límite que establece la WHO para una baja probabilidad de efectos adversos a la salud. Este valor está fijado en 20 000 cél/mL para cianobacterias que corresponde a una concentración entre 2 y 4  $\mu\text{g/L}$  de Microcistina LR (Chorus, 2005). Por principio precautorio, y debido a que en este trabajo se ha determinado microcistinas totales, se toma como valor máximo permitido una concentración de MCsT igual a 2  $\mu\text{g/L}$ .

#### *Cálculo de la máxima concentración permitida de CTT y E. coli en muestras aisladas de agua, según la EPA*

La EPA (1986) indica que la media geométrica de la densidad bacteriana (para un número de muestras estadísticamente suficientes, no menos de cinco muestras igualmente espaciadas durante un período de 30 días), no debe exceder el límite alternativo de 200 colonias para CTT y de 126 colonias /100 mL para *E. coli* (cabe aclarar que también lo establece para Enterococos, con un valor igual a 33 colonias/100 mL). Además, requiere calcular el Límite de Confianza Superior (LCS) (Ecuación 1) que indica, pasado dicho límite, la clausura de la playa (la SRHH (2003) adoptó este mismo criterio para *E. coli* y Enterococos).

$$LCS = \text{anti log}(\log_{10} MGI + z sD)$$

Ecuación 1

**z:** Factor determinado a partir del área bajo la curva de probabilidad de Distribución Normal para el nivel de confianza asumido. En este caso se utilizó  $z = 0,674$  para 75 % de confiabilidad, que corresponde a áreas altamente frecuentadas con contacto directo.

**MGI:** Media geométrica de la densidad del indicador especificada como valor límite, 200 colonias/100 mL para CTT y 126 colonias/100 ml para *E. coli*.

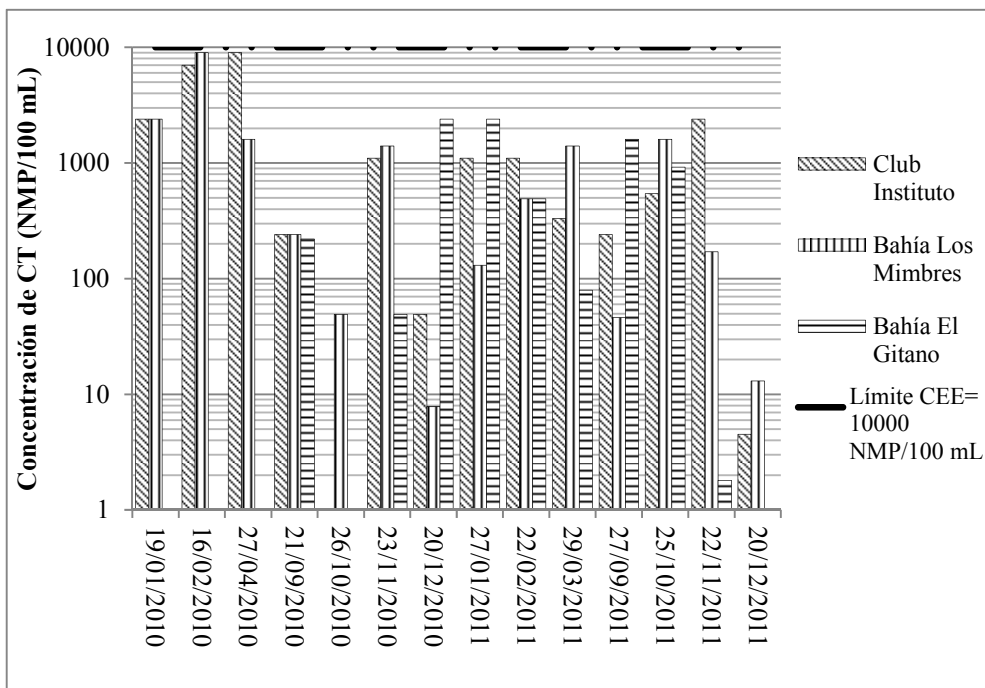
**sD:** Desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades del indicador registradas históricamente en cada área recreativa. Como no hay registros históricos para el embalse San Roque, se utilizó el valor de 0,4 provisoriamente, que corresponde al valor obtenido en los sitios estudiados por la EPA.

Debido a que el monitoreo de las costas se realizó mensualmente, no se puede comparar la media geométrica ya que no se cumple con el número de muestras estadísticamente suficientes, por lo que se evaluó el estado sanitario de las playas empleando solamente el LCS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

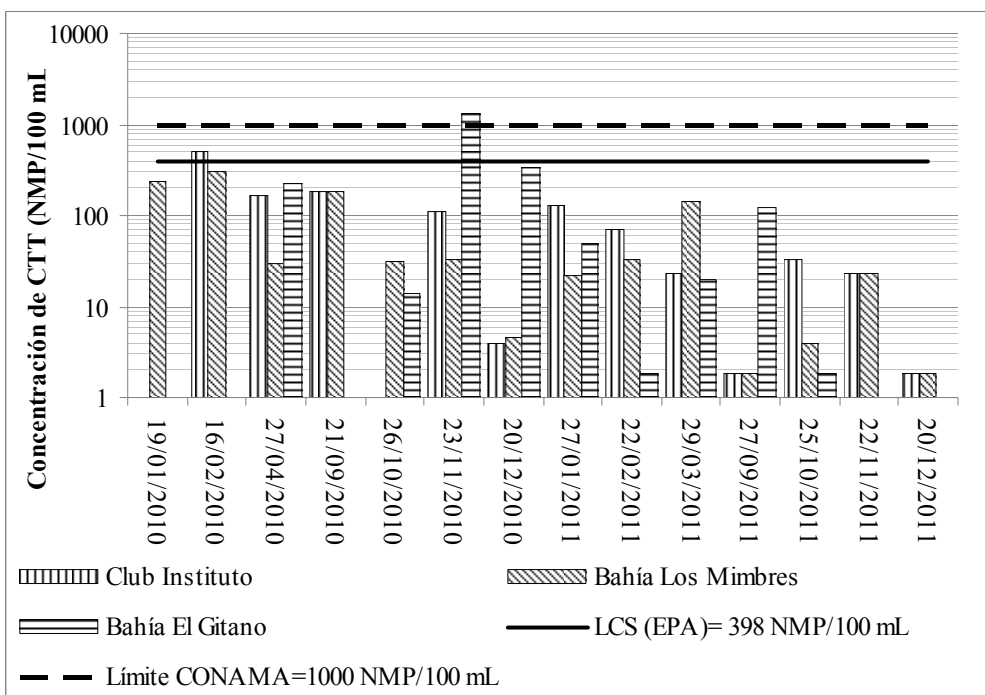
### *Concentración de bacterias coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli*

La Figura 3 y 4 muestran los valores de Enero de 2010 a Diciembre de 2011 de CT y CTT respectivamente, de las tres playas monitoreadas. La densidad de CT durante el periodo de observación se mantuvo por debajo del límite obligatorio (10 000 colonias/100 mL) que dictaminaba la Directiva del CCE (1976). Sin embargo, dicha Directiva ha sido derogada, remplazándola por una nueva normativa (CCE, 2006) en la cual ya no considera a las CT y CTT como bacterias indicadoras de contaminación fecal sino que establece límites para *E. coli* y enterococos.



**Figura 3.-** Concentración de CT en las tres playas monitoreadas

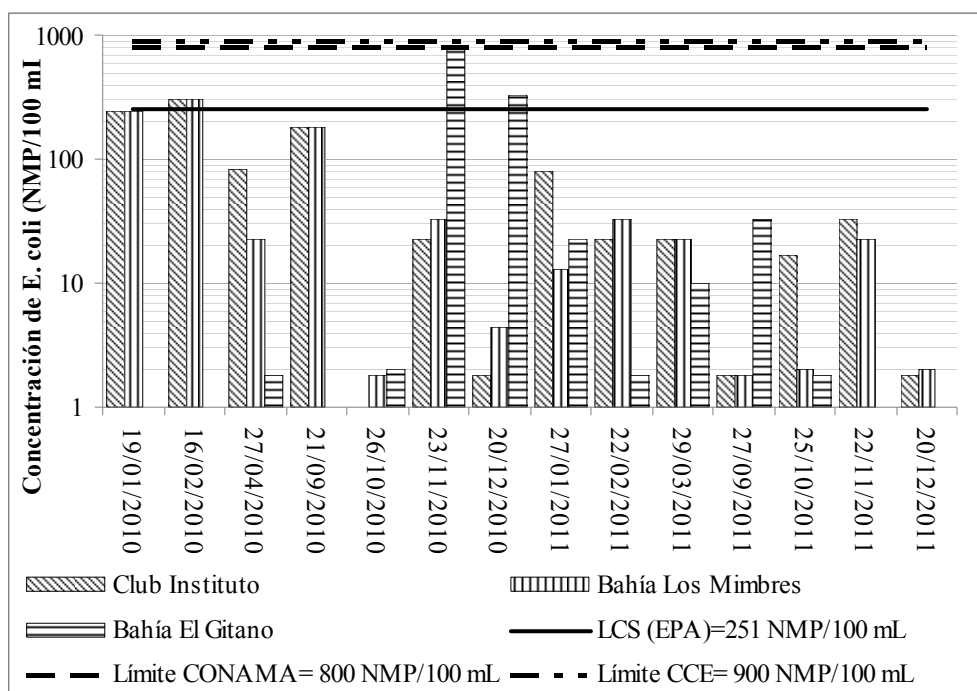
En relación con las CTT, se observa en la Figura 4 que, de las tres playas monitoreadas, solamente han excedido el LCS el Club Instituto y Bahía El Gitano en una sola oportunidad en el año 2010. Esta última también superó, en esa misma ocasión, el valor límite de CONAMA para una calidad de agua aceptable para uso recreativo.



**Figura 4.-** Concentración de CTT en las tres playas monitoreadas

En nuestro país, y en muchos otros, las CT y CTT han sido y siguen siendo empleadas como indicador del posible deterioro bacteriológico de las aguas (Emiliani & Gonzáles, 1998). Sin embargo, estos grupos no tienen una clara relación con las enfermedades gastrointestinales asociadas al baño recreativo en agua dulce (Dufour, 1984). Inclusive, Emiliani & Gonzáles (1997) han demostrado que en climas subtropicales, las CTT forman parte naturalmente de cuerpos de agua con vegetación acuática. Entonces, por el hecho de encontrar bacterias coliformes en fuentes no fecales, es cuestionada la utilidad de este grupo como indicador de contaminación fecal en aguas recreativas.

En lo que respecta a las concentraciones de *E. coli*, en la Figura 5 se observa que las playas Club Instituto y Bahía Los Mimbres superaron en una ocasión, en época estival, el LCS. Bahía el Gitano lo superó en dos oportunidades, correspondientes con la época estival 2010-2011. Sin embargo, de acuerdo a lo que establece la CONAMA (2000) y el CCE (2006), la calidad de agua para baño en este período cumple con el límite para una calidad suficiente.



**Figura 5.-** Concentración de *E. coli* en las tres playas monitoreadas

Las enfermedades gastrointestinales originadas por el contacto de aguas recreativas contaminadas poseen una buena correlación con la densidad de *Escherichia coli* y el grupo Enterococo presentes en el agua dulce (Dufour, 1984). Por ello, en la actualidad se ve una tendencia general en las normativas pertinentes a este tema de sustituir el grupo de las CT y CTT por el grupo de los Enterococos y *Escherichia coli* como indicadores de la calidad en aguas de baño.

No obstante, la adopción de los criterios de niveles guía de organismos internacionales debería ser aplicada cautelosamente, ya que existe cierta incertidumbre respecto a si los estudios epidemiológicos que dichos

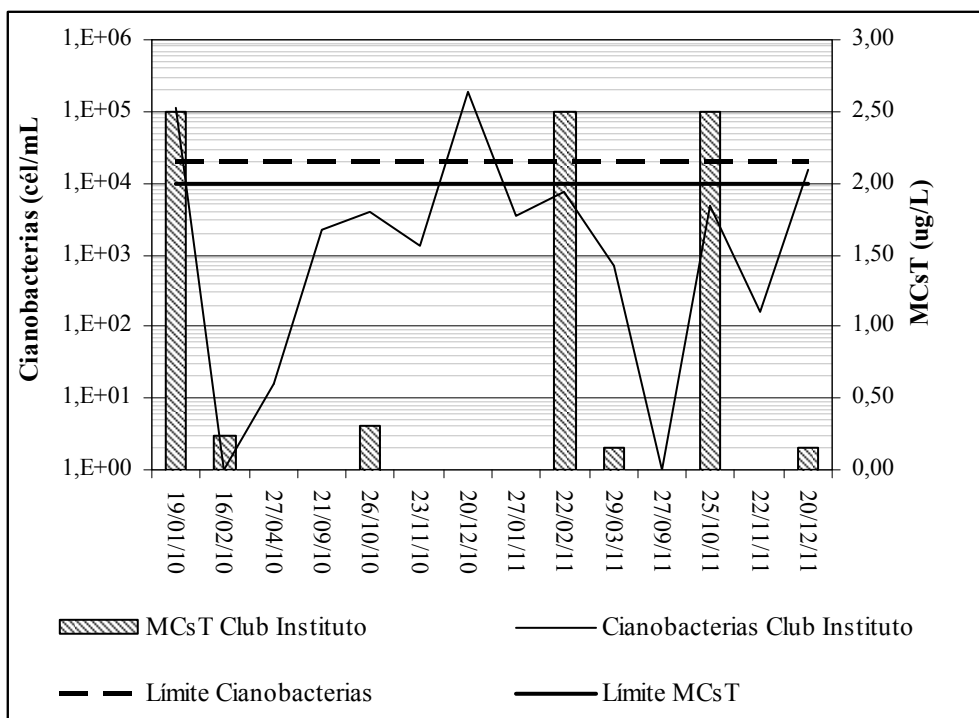


organismos realizan son extrapolables a nuestro país. Esto se debe a que las poblaciones no necesariamente pueden responder de la misma manera ante cierto patógeno. Además, tales estudios se realizaron en cuerpos de agua con condiciones que pueden diferir con nuestros lugares de baño. Resulta necesario realizar estudios epidemiológicos locales que establezcan la relación enfermedad – organismo indicador – concentración, y de esta manera implementar reglamentación propia para aguas de uso recreativo.

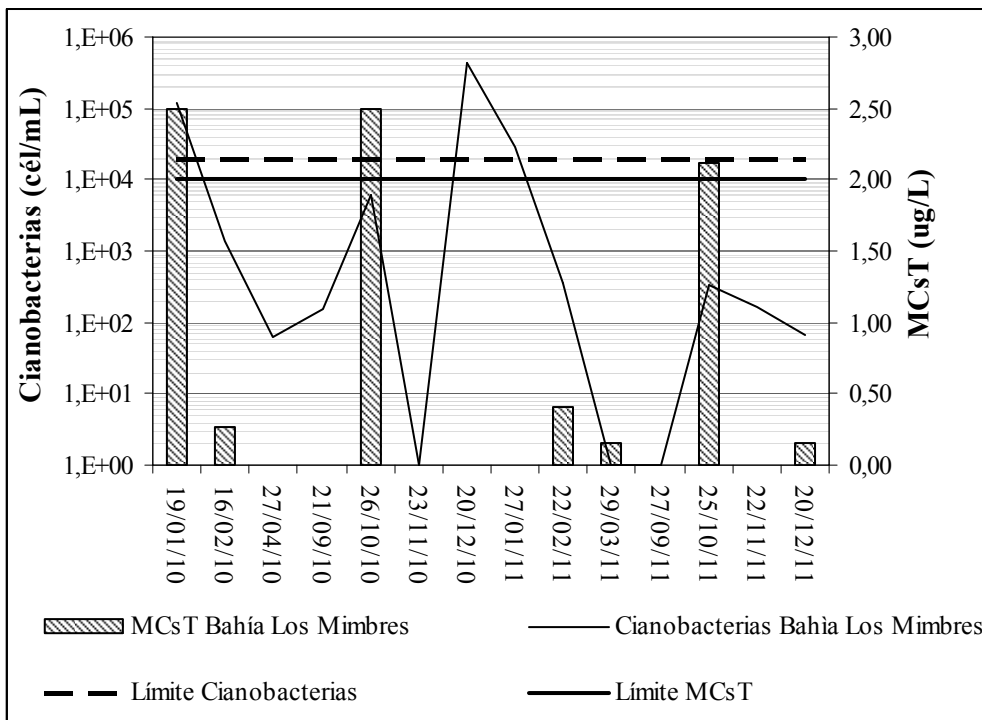
### *Concentración de cianobacterias y microcistinas totales*

La importancia del monitoreo de cianobacterias en zonas destinadas a uso recreativo radica en que este tipo de algas tienen la capacidad de producir toxinas en el interior de la célula; entre ellas una de las más estudiadas es la Microcistina. Cuando se produce la lisis celular o senescencia, dichas toxinas se liberan al agua provocando efectos nocivos en la salud de los bañistas, más frecuentemente las dermatitis por contacto directo.

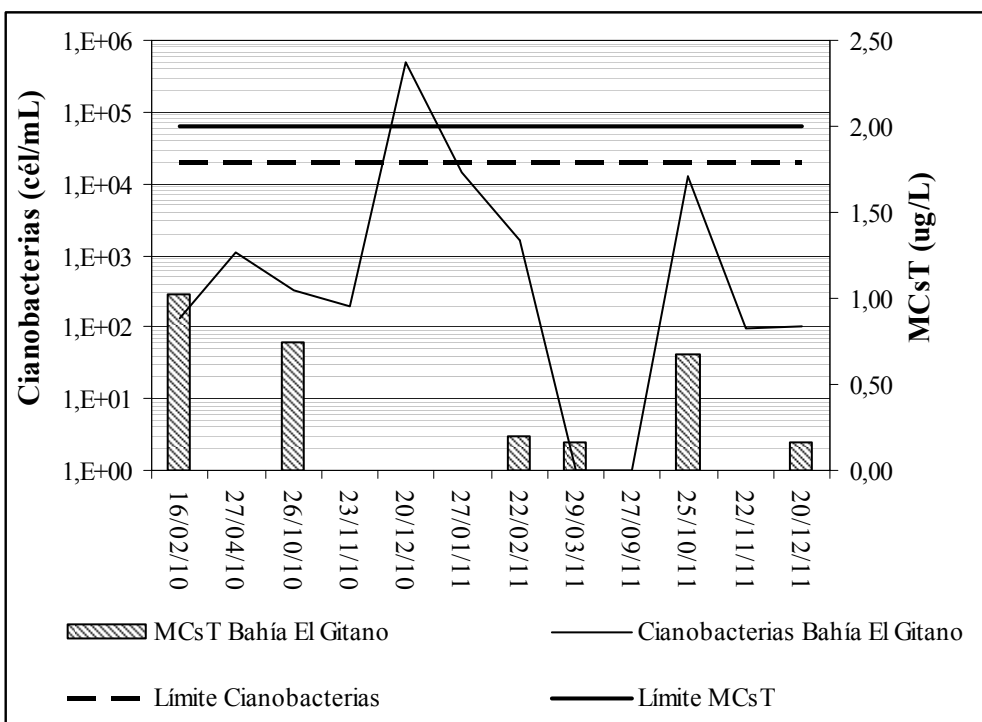
Las Figuras 6 a 8 muestran las concentraciones de cianobacterias y de MCsT medidas en las distintas playas del Embalse San Roque.



**Figura 6.-** Concentración de cianobacterias y MCsT totales en la playa Club Instituto. La concentración de MCsT que corresponden a las fechas 19/01/10, 22/02/11 y 25/10/11 fue mayor a 2,5 µg/L (límite de linealidad de la técnica).



**Figura 7.-** Concentración de cianobacterias y MCsT totales en la playa Bahía Los Mimbres. La concentración de MCsT que corresponden a las fechas 19/01/10, 26/10/10 fue mayor a 2,5 µg/L (límite de linealidad de la técnica).



**Figura 8.-** Concentración de cianobacterias y MCsT totales en la playa Bahía El Gitano.

Se puede observar que en las playas Club Instituto y Bahía Los Mimbres hubo ocasiones donde la concentración de MCsT superó el límite que establece la WHO para una baja probabilidad de efectos adversos en la salud (2 µg/L Microcistina LR). Sin embargo, a pesar de que las MCsT no cumplían con el nivel guía, sí lo hacían en algunos puntos la abundancia de cianobacterias, cuya concentración estaba por

debajo de las 20 000 cél/mL que fija la WHO para baja probabilidad de efectos adversos a la salud. Esta discrepancia se debe a que no todas las especies de cianobacterias son productoras de toxinas. Además, puede ocurrir que en un florecimiento de la misma especie exista una mezcla de cepas tóxicas y no tóxicas (Chorus & Bartram, 1999). Estudios realizados por Amé *et al.*, (2003) muestran que la producción de MCsT en el embalse San Roque está aparentemente favorecida por la temperatura pero inhibida por la concentración de hierro y nitrógeno amoniacal.

En lo que respecta a la playa Bahía El Gitano, en las fechas analizadas la concentración de MCsT se encontró por debajo del nivel permisible, superando una sola vez el límite de la concentración de cianobacterias.

### *Comparación del cumplimiento de los parámetros analizados*

En la Tabla 1 se muestran las distintas playas en las fechas donde por lo menos uno solo de los parámetros superó el valor permitido. Como se puede observar, en las ocasiones donde se cumplía con el LCS (establecido por la EPA), no sucedía lo mismo con la concentración de cianobacterias y/o sus toxinas.

**Tabla 1.-** Parámetros de calidad de agua recreativa que cumplen o no con los valores guías en las fechas donde al menos uno de esos parámetros superaba dicho valor. Los casilleros vacíos indican que en esa fecha no se determinó dicho parámetro.

<b>Club Instituto</b>				
Fecha	CTT	<i>E. coli</i>	MCsT	Cianobacterias
19/01/10	✓	✓	☒	☒
16/02/10	✓	☒	✓	✓
20/12/10	✓	✓		☒
22/02/11	✓	✓	☒	✓
25/10/11	✓	✓	☒	✓
<b>Bahía Los Mimbres</b>				
19/01/10	✓	✓	☒	☒
16/02/10	☒	☒	✓	✓
26/10/10		✓	☒	✓
20/12/10	✓	✓		☒
25/10/11	✓	✓	☒	✓
<b>Bahía El Gitano</b>				
20/12/10		☒	☒	☒
27/01/11	✓	☒	✓	✓

✓: Cumple

☒: No cumple

Esto significa que, si se aplica solamente lo que establece la EPA, puede ser que se de por apta para uso recreativo determinada playa pero que la misma represente aún así un riesgo a la salud de los usuarios por presencia de metabolitos tóxicos. Por ello, en cuerpos de agua eutróficos que tienen un uso recreativo es necesario analizar no solo la contaminación bacteriológica sino también la abundancia de todo el fitoplancton potencialmente tóxico y sus metabolitos, no solamente microcistinas, sino también otras cianotoxinas que pudieran estar presentes. Si bien el desarrollo de floraciones de cianobacterias se evidencia en numerosos embalses de Argentina (CYANONET, 2005), la disponibilidad de información local de riesgo a la salud humana asociado a su ocurrencia durante actividades recreativas es muy limitado, por lo que actualmente los valores guías internacionales deben ser adoptados provisoriamente. Esto remarca la importancia de profundización en estudios epidemiológicos para el desarrollo de pautas locales de manejo de floraciones de cianobacterias (Rodríguez *et al.*, 2010).

## CONCLUSIONES

El relevamiento y análisis de los datos de las playas del embalse San Roque demuestra que, en general, la concentración de CTT y *E. coli* se ajusta mejor a lo que establece CONAMA y el CCE (para el caso de *E. coli*) y en menor medida a los límites de la EPA, cuyos estándares son mas estrictos.

En cuanto a niveles de microcistinas, se evidencia que las playas del lago han tenido niveles altos, por lo que el monitoreo y control de estos metabolitos son necesarios a fin de proteger la salud de los bañistas.

Se observa la necesidad de realizar los muestreos mas frecuentemente, a fin de obtener una cantidad de muestras significativa estadísticamente que permitan tener un control mas estricto de la calidad del agua para uso recreativo y una base histórica de datos mas amplia. Cabe destacar la importancia de comenzar con monitoreos de concentración de bacterias del grupo Enterococos, para poder comparar con los niveles guías internacionales mientras tanto se elabore en Argentina una normativa propia pertinente a aguas recreativas.

La elaboración de normativas basadas en estudios estadísticos epidemiológicos que incluyan indicadores bacterianos de contaminación y cianobacterias y sus toxinas es fundamental. Los usuarios de las costas del embalse están expuestos a un riesgo relativamente alto de contraer enfermedades producidas por bacterias o cianotoxinas, por lo que es necesario implementar un sistema de vigilancia y alerta en el que se tenga en cuenta la calidad microbiológica y de cianobacterias y sus toxinas de las aguas de uso recreativo. De esta manera es posible prevenir y evitar los posibles problemas que trae aparejado la exposición a este cuerpo de agua en la salud de la población.

## REFERENCIAS

- Amé, V.; Díaz, M.; Wunderlin, D. (2003). Occurrence of toxic cyanobacterial blooms in San Roque reservoir (Córdoba, Argentina): A field and chemometric study. *Environ Toxicol* 18(3): 192 – 201.
- APHA (American Public Health Association) AWWA (American Water Works Association), WEF (Water Environment Federation) (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21<sup>th</sup> edition, Washington, D.C
- Chorus, I. and Bartram, J. (1999). *Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management*. World Health Organization (WHO).
- Chorus, I. (2005). *Current Approaches to Cyanotoxin Risk Assessment, Risk Management and Regulations in Different Countries*. Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt).
- Consejo de la Comunidad Europea (CCE) (1976). Directiva 76/160/EEC del Parlamento Europeo y del Consejo del 8 de diciembre de 1976 relativa a la gestión de la calidad de las aguas para baño.
- Consejo de la Comunidad Europea (CCE) (2006). Directiva 2006/7/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo del 15 de febrero de 2006 relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2000). Resolução CONAMA N° 274.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2005). Resolução CONAMA N° 357.
- CYANONET (2005). Global Network for Cyanobacterial Bloom and Toxin Risk Management Initial Situation Assessment. *Techn. Doc. in Hydr.* N°76 UNESCO Work. Ser. SC-2005/WS/55.
- Dufour, A. (1984). *Health effects criteria for fresh recreational waters*. U.S. Environmental Protection Agency, EPA-600/1-84-004, 33 p.
- Emiliani F.; Gonzáles de Paira, S.M (1997). Bacterias coliformes en ambientes acuáticos no contaminados del río Paraná medio (Santa Fe, Argentina): Distribución y correlación con variables ambientales. *Fabrics* Vol. 1, p 39 – 51.
- Emiliani, F.; Gonzáles de Paira, S.M. (1998). Calidad bacteriológica de la laguna Bedetti (Santo Tomé, provincia de Santa Fe, Argentina) y variables ambientales asociadas. *Revista Argentina de Microbiología*. Vol. 30, p 30-38.
- Environmental Protection Agency (EPA) (1986). *Ambient Water Quality Criteria for Bacteria* – EPA 440-5-84002.
- Environmental Protection Agency (EPA) (2004). Water Quality Standards for Coastal and Great Lakes Recreation Waters. *Federal Register*. V. 69, N°. 220, 27 p.
- Fed. Prov. Working Group on Recreational Water Quality of the Fed.-Prov. Advisory Committee on Environmental and Occupational Health (WGRWQ) (1992). *Guidelines for Canadian Recreational Water Quality*. Fed. Minister of Supply and Services. Canada.
- Folabella, A.; Escalante, A.; Deza, A.; Pérez Guzzi, J.; Zamora, S. (2006). Indicadores bacterianos de calidad de agua recreacional en la laguna de los padres (Buenos Aires, Argentina). *I Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua*, Córdoba Argentina.
- National Health and Medical Research Council of Australian Government (NHMRC) (2008). Guidelines for managing risks in recreational water.
- O'Mill, P; Larrosa, N; Oviedo Zabala, S; Bazán, R; Glatstein, D; Villegas Elorsa, M; Cossavella, A. (2009) Estudio de la calidad bacteriológica de balnearios del Río Tercero y su aceptabilidad para uso recreativo. *XXII Congreso Nacional del Agua*, Trelew, Argentina.
- Pilotto, L.S. (2008). Epidemiology of cyanobacteria and their toxins. p 613 – 638. En *Cyanobacterial harmful algal blooms. State of the science and research needs*. Hundnell Kenneth Ed.
- Rees, G.; Bartram, J.; Pond, K.; Goyet, S. (2000). Chapter 1: *Introduction*. En *Monitoring Bathing Waters A Practical Guide to the Design and Implementation of Assessments and Monitoring Programmes*. Jamie Bartram and Gareth Rees Ed.
- Rodríguez, M.I.; Cossavella, A.; Oroná, C.; Larrosa, N.; Avena, M.; Rodríguez, A.; Del Olmo, S.; Bertucci, C.; Muñoz, A.; Castelló, E.; Bazán, R.; Martínez, M. (2000). Estudios preliminares de la calidad de agua y sedimentos del embalse San Roque relacionados al proceso de eutrofización. *XVIII Congreso Nacional del Agua*, Santiago del Estero, Argentina.
- Rodríguez, M.I.; Ruiz, M.; Ruibal, A. L.; Bustamante, A.; González, I.; Olivera, P.; Halac, S.; Sada, C. (2010). Calidad del agua recreativa afectada por floraciones de cianobacterias en el embalse San Roque (Córdoba, Argentina). *III Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua*, Córdoba, Argentina.

Ruiz, M.; Rodríguez, M.I.; Ruibal, A. L.; González, I.; Alasia, V.; Pellicioni, P.; Biagi, M.; Lerda, D. (2009). Exposición al uso y consumo de agua con cianobacterias: Efectos en la salud. *I Congreso internacional de ambiente y energías renovables*. Villa Maria, Córdoba, Argentina.

Salas, H. (2000). Historia y aplicación de normas microbiológicas de calidad de agua en el medio marino. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). OPS/CEPIS/PUB/00.53, 27 p.

Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (2003). Desarrollo de Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente correspondientes a *Escherichia coli*/ Enterococos. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Buenos Aires, Argentina.

World Health Organization (WHO) (2003) *Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Volume 1, Coastal and Fresh Waters*.