



**III Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua,  
6 al 8 de Octubre 2010, Córdoba, Argentina**

**CALIDAD DEL AGUA RECREATIVA AFECTADA POR FLORACIONES DE  
CIANOBACTERIAS EN EL EMBALSE SAN ROQUE (CBA, ARG.)**

**Rodríguez María Inés; Ruiz, Marcia; Ruibal, Ana Laura; Bustamante María Alejandra; González,  
Inés; Olivera, Patricia; Halac, Silvana y Sada, Carolina**

**INA-CIRSA Ambrosio Olmos 1142, Córdoba, Argentina, Te: 54 0351 4683015  
[mirodriguez@ina.gov.ar](mailto:mirodriguez@ina.gov.ar)**

**RESUMEN**

Las aguas para uso recreativo deben responder a pautas fisicoquímicas y microbiológicas que no impliquen riesgo para la salud de las personas expuestas, además de poseer características estéticas apropiadas. En Argentina, actualmente existen niveles guías de calidad de agua de recreación de carácter interino -ya que se basan en experiencias internacionales- principalmente relacionados a aspectos bacteriológicos. Sin embargo, no se hace mención a aspectos vinculados a la presencia de cianobacterias y sus toxinas. Con el objetivo de valorar el estado sanitario del agua de uso recreativo en el Embalse San Roque se llevaron a cabo monitoreos en sus costas en el periodo septiembre 2009 – abril 2010. Se realizó también una revisión de aspectos normativos internacionales y locales en relación al mencionado uso del recurso y se evaluaron preliminarmente técnicas de laboratorio considerando su factibilidad y costos.

Palabras claves: uso recreativo, calidad de agua, cianobacterias.

**ABSTRACT**

The quality of recreational waters should comply with specific physicochemical and microbiological conditions that guarantee human health safety and ensure appropriate aesthetic features. In Argentina, there are water quality guidelines for recreational use that are based on international experiences and are mainly related to bacteriological aspects. However, aspects associated to the presence of cyanobacteria and their toxins are absent. In order to assess the water quality status of recreational areas in San Roque Reservoir, a monitoring program was carried out from September 2009 to April 2010. A review of international and local regulatory issues related to recreational water quality was done. Laboratory techniques considering their feasibility and cost were also evaluated.

Keywords: recreational water, water quality, cyanobacteria.

**INTRODUCCIÓN**

Las aguas destinadas al uso recreacional se utilizan principalmente para baño y deportes acuáticos (SSRHN, 2003). Si bien a nivel nacional se sugieren condiciones microbiológicas y fisicoquímicas para este tipo de uso, en nuestro país, aún no se han establecido límites para la presencia de ningún grupo de indicadores de contaminación en aguas recreacionales. Con carácter interino se utilizan niveles guías de calidad de agua que se basan en criterios internacionales (SSRHN, 2003). Si bien estos niveles guía contemplan

aspectos bacteriológicos (*Escherichia coli* y *enterococos*), no se hace mención a la presencia de cianobacterias y sus toxinas. A nivel provincial, Córdoba cuenta con normas de calidad y control de aguas para bebida (Resolución DiPAS 608/93) y para la protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (Decreto 415/1999), pero carece de normativa para aguas de uso recreativo. El establecimiento de normas o guías locales de calidad de agua es una necesidad, porque a pesar de que las directivas internacionales deben considerarse, es necesario tener en cuenta las situaciones y particularidades locales y regionales, tanto sanitarias como económicas y sociales (Calderón, 1999).

Existen reportes a nivel mundial sobre las consecuencias adversas en personas expuestas a floraciones de cianobacterias por natación o práctica de algún otro deporte acuático. Entre los principales síntomas reportados por contacto directo e ingesta accidental de agua se encuentran: irritación de ojos y oídos, sarpullido en la piel, úlceras en la boca, síntomas de resfrío/gripe y desórdenes gastrointestinales (Dillenberg y Dehnel, 1959; Pilotto *et al.*, 1997, van Riel *et al.*, 2007). También se ha encontrado que existe una correlación entre casos de neumonía y la presencia de cianotoxinas en cuerpos de agua, probablemente por inhalación de las toxinas (Turner *et al.*, 1990). Entre los factores que determinan el tipo y la intensidad de los síntomas se encuentra la densidad de cianobacterias, el tiempo de exposición al agua, el tipo y concentración de cianotoxina. Se han realizado algunos estudios epidemiológicos con el fin de determinar la relación entre los niveles de exposición a cianobacterias y los diversos síntomas producidos (Pilotto *et al.*, 1997; Stewart *et al.*, 2006a; Stewart *et al.* 2006b).

En Argentina se han reportado numerosos sistemas dulceacuícolas con toxicidad potencial debido a la presencia de cianobacterias (Pizzolón, 1997; Echenique, 1999) siendo las principales responsables, especies de los géneros de *Microcystis* y *Anabaena*. Aunque a nivel nacional existen reportes de intoxicación de animales por consumo de agua con cianotoxinas (Odriozola *et al.*, 1984) el impacto de estas sustancias por uso recreativo aún no ha sido evaluado en su totalidad. La situación de eutrofia del Embalse San Roque y el desarrollo masivo de algas, en particular de cianobacterias, ha sido ampliamente documentado (Rodríguez, 2003; Ruibal Conti, 2003 y 2005; Amé, 2003). Recientemente, se ha evidenciado un incremento en el uso de sus costas para actividades recreacionales con contacto directo e indirecto, principalmente durante la época estival, y en ocasiones coincidente a la presencia masiva de cianobacterias. Por esta razón se plantearon los siguientes objetivos:

- Realizar una evaluación preliminar del estado sanitario de las playas del Embalse San Roque.
- Recopilar experiencias internacionales y locales en el manejo de riesgo en aguas recreativas donde hay registro de floraciones de cianobacterias.
- Evaluar técnicas de laboratorio considerando factibilidad, adaptaciones y costos para los parámetros propuestos.

## AREA 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 Pcia de Cba, Argentina (Fig. 1). El clima de la región es templado con una temperatura media anual de 14° C y vientos predominantes del cuadrante sur y norte, con precipitaciones estivales en el rango de 400 a 1000 mm y una media anual aproximadamente de 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 0,6 años. La cuenca de drenaje es de 1750 km<sup>2</sup>. El embalse cumple principalmente la función de provisión de agua a la segunda ciudad del país (Cba), de control de inundaciones, aprovechamiento hidroeléctrico y es a su vez, un

ámbito en el que se desarrollan múltiples actividades recreativas. El Censo Provincial de Población 2008 registró 56 970 habitantes para la ciudad de Villa Carlos Paz y otros 6 928 pobladores para los municipios y comunas de la conurbación, totalizando así 63.898 habitantes. Teniendo en cuenta uno de los indicadores de turismo (plazas hoteleras ocupadas), la ciudad recibió a lo largo del año 2009 cerca de 1 millón y medio de turistas (INDEC, 2009).

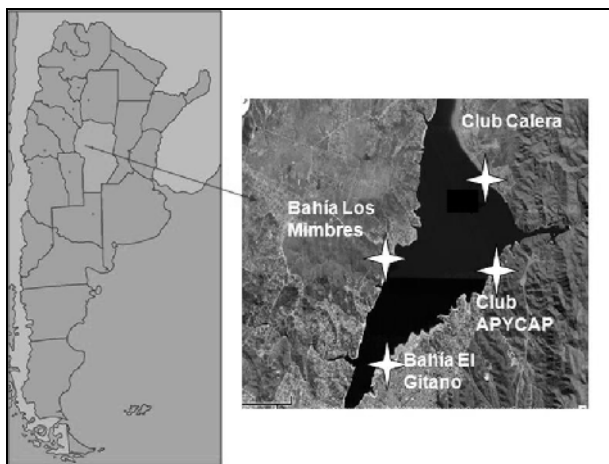


Fig. 1: Ubicación del Embalse San Roque. Detalle de la localización de las playas monitoreadas.

## DISEÑO DEL MONITOREO

El monitoreo fue realizado con una frecuencia mensual desde septiembre de 2009 a abril 2010. Se establecieron cuatro sitios de muestreo de playas en función de la afluencia de bañistas observados (Fig. 1). El acceso a las playas se realizó en lancha. Las mediciones y tomas de agua se realizaron con motor apagado al menos durante 15' para evitar interferencias (turbulencias, combustibles). Las muestras de agua se tomaron sumergiendo las botellas a una profundidad sub-superficial entre 0,30 m y 0,50 m (altura del codo) y a una distancia

aproximada de 1 a 5 m de la costa. Las muestras fueron simples tomadas para las siguientes determinaciones bacteriológicas: Aerobias heterótrofas (UFC/100 mL, Agar en placa), coliformes totales (CT) (NMP/100 mL, SM 9221 A, B, E), coliformes termotolerantes (CTT) y *Escherichia coli* (EC) (NMP/100 mL, medio EC-MUG SM 9221 F 1104), fitoplancton (cél/mL, recuento e identificación, SM 10200 C,F), clorofila *a* (*Cl-a*), clorofila total ( $\mu\text{g/L}$ , SM 10200H) y microcistinas totales ( $\mu\text{g/L}$ , ELISA). En todas las playas se registraron *in-situ*: temperatura, conductividad con una Sonda Horiba U-10, transparencia y temperatura ambiente, como así también las condiciones meteorológicas y observaciones de campo (color del agua, viento, oleaje, condiciones estéticas de playa). Las muestras recogidas y conservadas fueron analizadas en el laboratorio del INA (CIRSA).

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Bacteriología

Los indicadores bacterianos más comúnmente usados para evaluar la calidad de aguas recreacionales son los coliformes totales, termotolerantes y estreptococos fecales. A pesar de que no todas las bacterias indicadoras son patógenas, predominan en desechos de origen humano donde es probable que existan microorganismos patógenos, como por ejemplo los virus y parásitos. Por esto, la concentración de las mismas ha sido utilizada por décadas para evaluar la seguridad de las aguas recreativas. Además diversos estudios han demostrado que existe una correlación entre los niveles de indicadores bacterianos y la incidencia de enfermedades en nadadores (Calderón *et al.*, 1991; Kocsov, 1995; Pruss, 1998; van Asperen *et al.*, 1998; López-Pila & Szewzyk, 2000; Wade *et al.*, 2006). La inmersión en aguas contaminadas puede resultar en infecciones de los ojos, oídos, nariz y garganta.

En Argentina no se han establecido límites para la presencia de ningún grupo de indicadores de contaminación en aguas recreativas, únicamente se utilizan niveles guía de calidad de agua adoptados de estándares internacionales de la Organización Panamericana

de la Salud (OPS), de la Comunidad Económica Europea (CEE) y/o de la Agencia de Protección para el Medio Ambiente de Estados Unidos (US EPA). Los niveles guía sugeridos son 126 UFC/100mL para *E. coli* y 33 colonias/100mL de enterococos. A nivel nacional se han realizado diversos estudios de monitoreo bacteriológico de sistemas dulceacuícolas con uso recreativo (Gariboglio *et al.*, 1977; Emiliani *et al.*, 1999; Saracho *et al.*, 2006; Rossen *et al.*, 2008). Sin embargo, debido al riesgo de aplicación de niveles no adecuados para nuestro país, y a la escasez de estudios locales que relacionen los niveles bacteriológicos con enfermedades, se requiere una recopilación de datos sobre la calidad de aguas recreativas más completo, así como estudios epidemiológicos de correlación entre indicadores de contaminación y salud de bañistas que permitan establecer niveles estándares nacionales. En la Tabla 1 se resumen los principales indicadores bacteriológicos y diversas técnicas disponibles para ser aplicadas en el monitoreo de playas.

Tabla 1: Revisión de indicadores bacteriológicos y técnicas analíticas para su determinación

Parámetro	Técnica	Observaciones
Aerobias heterótrofas (UFC/100 mL) Indicador de carga bacteriana	Determinación cuantitativa de bacterias Heteromorfas Aerobias. Con Agar nutritivo en Placa.	Para uso recreativo no hay un valor de referencia Es una determinación que se puede omitir en dicha valoración.
Coliformes totales (NMP/100 mL) Indicador de presencia de patógenos y de contaminación fecal	Determinación cuantitativa. Medio Caldo Lauril Sulfato (CLS) y Verde Brilla. (VB) (9221 A, B, E, SM)	Posee dos etapas: Presuntiva (CLS) y Confirmatoria (VB). Demora: 4 días. Los resultados obtenidos con CLS se corroboran con VB.
	Determinación cuantitativa. Medio Mc Conkey (McK)	Demora: 48 hs. Técnica más sensible y específica. El medio es más costoso.
Coliformes totales, termotolerantes y <i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	Método de filtración por membrana	Su uso no es recomendable para aguas naturales con elevada contaminación. El nivel guía nacional es de 126 de <i>E. coli</i> UFC/100 ml
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) Indicador de presencia de patógenos y de contaminación fecal	Determinación cuantitativa con Medio EC	Consta de un paso (partiendo de colonias concentradas en medio CLS). Demora: 24hs.
Coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i> (NMP/100mL) Indicador de contaminación fecal reciente	Determinación cuantitativa de coliformes termotolerantes y <i>E coli</i> con medio EC-MUG 9221 F (SM), 1104 (EPA).	Cuantifica coliformes termotolerantes y de <i>E.coli</i> . Demora: 24 hs. Partiendo de colonias previamente concentradas en CLS. Utiliza sólo un medio para ambas determinaciones, disminuyendo, la cantidad de medio, el material utilizado, y el tiempo de demora. El medio necesario es costoso
<i>E. coli</i> (Presencia o ausencia)	Determinación presuntiva de <i>E coli</i> con medio Levine	Para aislamiento y diferenciación de bacilos entéricos GRAM (-). Aparte de <i>E coli</i> pueden crecer otras bacterias y dar resultados falsamente positivos. Para obtener certeza de <i>E coli</i> , se deben realizar pruebas bioquímicas. Parte de un medio de coliformes concentradas (CLS). Demora: 48 hs (24 hs más si se incluye prueba bioquímica). Demora total: 1 semana.

La Fig. 2 muestra que los indicadores de contaminación fecal alcanzaron altos valores. Teniendo en cuenta que la frecuencia de muestreo fue sólo mensual, se detectó que el valor guía de 126 UFC/100mL de *E. coli* fue superado ampliamente en una de las playas.

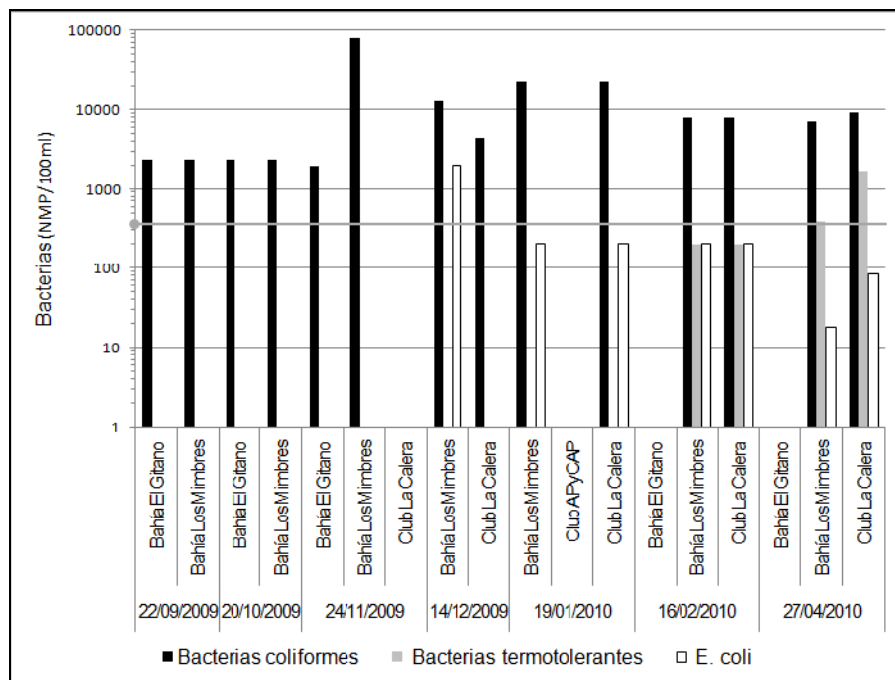


Fig. 2: Valores bacteriológicos obtenidos en el periodo de estudio. En las dos últimas fechas se determinaron los tres parámetros bacteriológicos.

## Cianobacterias

### Indicadores y niveles guía

Existe una cierta variabilidad de indicadores y niveles guía adoptados en distintos países. En Canadá no se especifican límites para fitoplancton tóxico en aguas pero ante evidencias de floraciones se recomienda evitar el contacto por reducción de la claridad y la posible presencia de toxinas (FPWGRWQ, 1992). Brasil utiliza como indicadores la abundancia de cianobacterias y *Ci-a*. (Resolución CONAMA 357/2005) y establece un límite de 30 µg/L de *Ci-a* y 50 000 cél/mL de cianobacterias. En Italia, la calidad del agua baño es evaluada indirectamente a través de la concentración de OD y recuento de algas tóxicas. Países Bajos, adopta el nivel guía de microcistina LR igual a 10 µg/L para advertencia y de 20 µg/L para cierre de sitios de baño (Chorus, 2005). En Australia se considera la abundancia de *Microcystis* medida en cél/mL o biovolumen (AG, 2005).

En nuestro país la experiencia registrada se limita a casos impulsados por iniciativas locales (Ruibal Conti *et al*, 2005, Bordet, 2009) y a través del estudio comparativo de diferentes cuerpos de agua se ha demostrado y remarcado la necesidad de realizar investigaciones tendientes a ajustar las normativas internacionales a situaciones locales (Conti *et al.*, 2005). En el presente estudio los resultados se analizan teniendo en cuenta los niveles guía y de alerta sugeridos por las OMS (2003) resumidos en la Tabla 2.

En las playas monitoreadas del Embalse San Roque, la dominancia de cianobacterias fue frecuente, principalmente de los géneros *Microcystis sp* y *Anabaena sp* (Fig. 3). Otros géneros de cianobacterias presentes pero en cantidades no significativas fueron *Merismopedia sp*, *Chroococcus sp*, *Phormidium sp*, *Pseudoanabaena sp* y *Oscillatoria sp*. En general, cuando las cianobacterias fueron dominantes los valores de *Ci-a* asociados fueron superiores a los 50 µg/L (Fig. 4). En enero se registró esta condición en todos los sitios monitoreados del embalse. Esta situación pudo observarse también en por lo menos alguna de las playas en octubre, noviembre y diciembre. En ocasiones los valores de

*Cl-a* superiores a 10 µg/L se asociaron con situaciones de dominancia de otras taxas algales pertenecientes a clorófitas, crisófitas y pirrófitas.

Tabla 2: Niveles de alerta, nivel guía y acciones sugeridas (extractado de OMS, 2003)

	Nivel Guía o situación	Acciones típicas
<b>NIVEL 1 Baja probabilidad de efectos adversos en la salud</b>	<20 000 cél/ de cianobacterias o <10 µg/L de <i>Cl-a</i> con dominancia	Colocación de anuncios Notificación a las autoridades
<b>NIVEL 2 Probabilidad moderada de efectos adversos en la salud</b>	<100 000 cél/ml cianobacterias o <50 µg/L <i>Cl-a</i> con dominancia de cianobacterias	Monitoreo de condiciones ambientales Desaliento a la natación Colocación de anuncios Notificación a las autoridades
<b>NIVEL 3 Alta probabilidad de efectos adversos en la salud</b>	>100 000 cél/mL cianobacterias o >50 µg/L de <i>Cl-a</i> con dominancia de cianobacterias. Espumas, verdín en el agua y acúmulos.	Acción inmediata para prevenir contacto con natas y el agua Investigación y seguimiento de la salud pública Notificación a las autoridades.

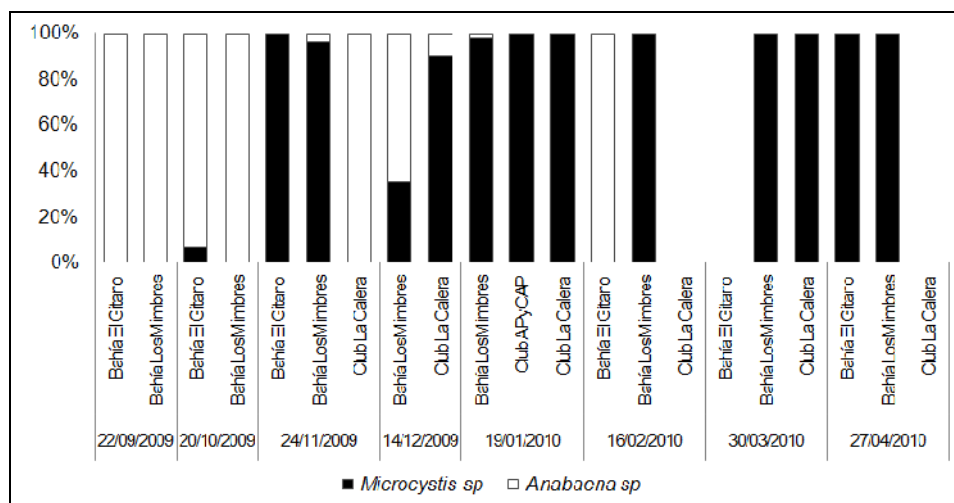


Fig. 3: Porcentajes de los principales géneros de cianobacterias

En términos de abundancia se observa un aumento de presencia de cianobacterias a medida que nos acercamos al periodo estival lo cual está principalmente asociado al aumento de las temperaturas y alta disponibilidad de nutrientes que favorecen su desarrollo.

Valores superiores a 100 000 cél/mL se registraron en los tres sitios en enero y en uno de ellos en diciembre. Los niveles de alerta definidos difieren ya sea si tenemos en cuenta los indicadores de *Cl-a* y dominancia o la abundancia de cianobacterias. La consideración simultánea de los dos primeros es de mayor confianza ya que se asocia el valor del recuento a la *Cl-a*. La concentración de microcistinas totales, que pueden ser producidas tanto por *Anabaena sp* como por *Microcystis sp*, se mostró variable (Tabla 3) pudiendo ser máxima con valores de abundancia relativamente bajos de cianobacterias, baja con un alta abundancia de algas e incluso estar presente sin registrar la presencia de cianobacterias. Esto confirma un periodo de permanencia de estas toxinas en el agua independiente del alga y su producción independientemente de su abundancia. La información disponible hasta el momento indica que no se ha podido establecer epidemiológicamente efectos en la salud debido a las microcistinas por un uso recreativo del agua, sí en cambio se ha hallado una asociación de causa efecto entre el desarrollo de sintomatología diversa, como irritación de ojos y oídos, sarpullido en la piel, y la

concentración de LPS (lipopolisacáridos), toxina presente en las membranas celulares de estas algas (Pilotto *et al.*, 1997).

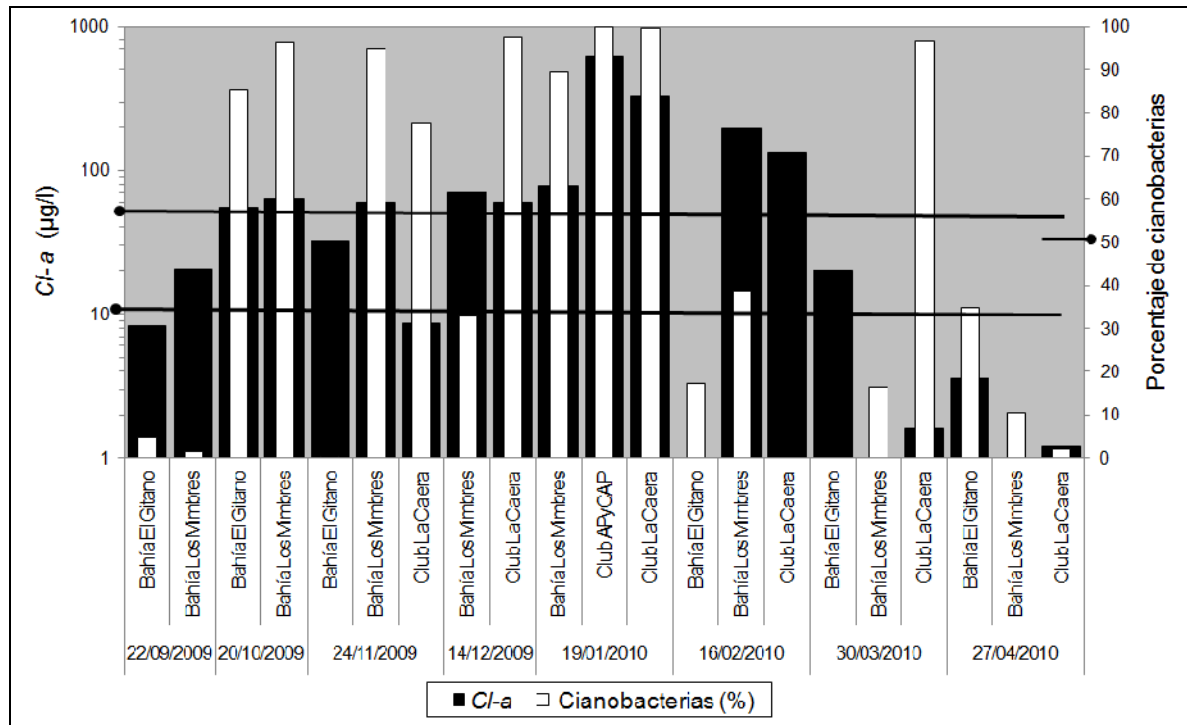


Fig. 4: Variación de la dominancia de cianobacterias y la concentración de C1-a en las distintas playas del embalse para el período septiembre 2009-abril 2010. Se remarcan los valores guías de los indicadores para los distintos niveles de alerta según Tabla 2.

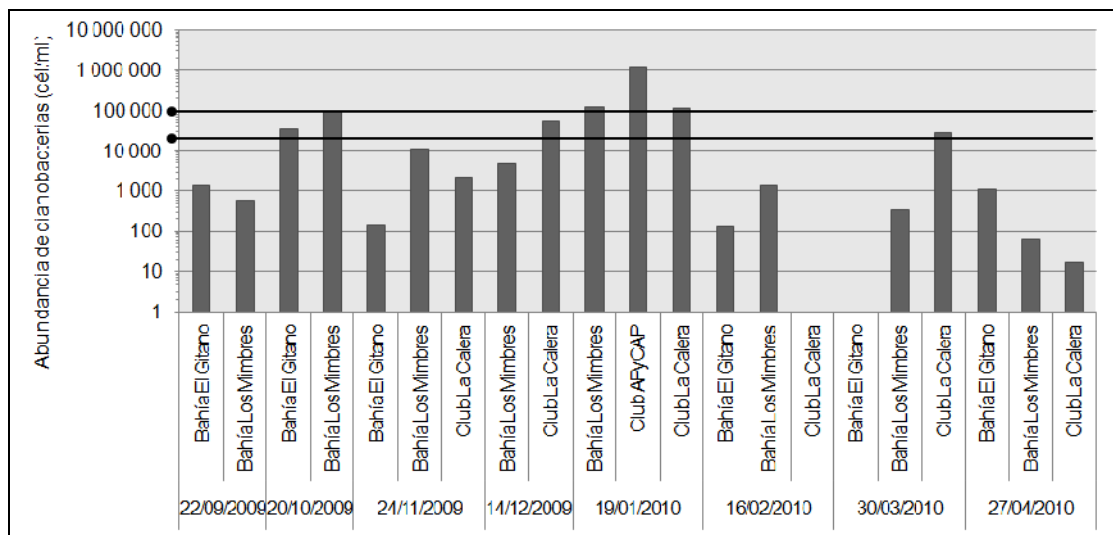


Fig. 5: Variación de la abundancia de cianobacterias. Se remarcan los valores guía sugeridos por la OMS para los niveles de alerta resumidos en la Tabla 2.

La distinción de géneros es muy importante para evaluar la toxicidad potencial, y la identificación al nivel taxonómico de géneros (p.ej. *Microcystis*, *Planktothrix*, *Aphanizomenon* y *Anabaena*) es con frecuencia suficiente. Esto se debe a que el contenido de microcistina varía más en función del genotipo o cepa, que en el nivel de especie. Recientemente se han realizado esfuerzos para el abordaje y divulgación de la problemática de cianobacterias en estos aspectos como son los manuales de cianobacterias de Argentina y Uruguay (Gianuzzi *et al.*, 2009; UNESCO, 2009).

Tabla 3: Valores de abundancia, *Cl-a* y microcistina total

Sitio	Fecha	<i>Cl-a</i> (µg/L)	Microcistinas totales (µg/L)	<i>Anabaena sp</i> (cél/mL)	<i>Microcystis sp</i> (cél/mL)	Cianobacterias (cél/mL)
Bahía El Gitano	24/11/2009	32	0.95	0	145	145
	16/02/2010	0	1.02	133	0	133
	30/03/2010	20	0.34	0	0	0
Bahía Los Mimbres	24/11/2009	59	32.65	400	10000	10420
	19/01/2010	79	1.72	3024	115834	118922
	16/02/2010	197	0.26	0	1280	1400
	30/03/2010	1	0.42	0	344	344
Club APYCAP	19/01/2010	620	>2.5	0	1187500	1187500
Club La Calera	24/11/2009	9	0.53	1920	0	2028
	19/01/2010	327	>2.5	0	0	114942
	16/02/2010	133	0.24	0	0	0
	30/03/2010	2	2.57	0	28125	28125

Los valores de clorofila total (que incluyen los productos de degradación) son superiores o iguales al valor de *Cl-a* (Fig.6). En ocasiones, puede darse que los valores de *Cl-a* sean muy inferiores a la clorofila total. Esto puede deberse a la presencia de productos de degradación como la feofitina que absorbe a las mismas longitudes de onda que la *Cl-a*. Las toxinas disueltas en agua luego de la muerte celular pueden perdurar por un lapso de 2 a 10 días (Chorus y Bartram, 1999), por lo que el indicador de recuento de algas y *Cl-a* que se acotan a organismos vivos, en casos de envejecimiento o etapas finales de una floración puede dar valores por debajo de los sugeridos para nivel de alerta estando el riesgo de toxinas presente. Esta situación coincide con lo reportado por Conti *et al* (2005) para el periodo 1998-2000. Por esta razón se puede sugerir el uso de la clorofila total como un indicador más confiable a la hora de evaluar los riesgos a exposición a cianotoxinas. Por otro lado y considerando las técnicas espectrofotométricas actuales, se ha señalado a la clorofila total como un indicador de menor error (Carlson, 1996).

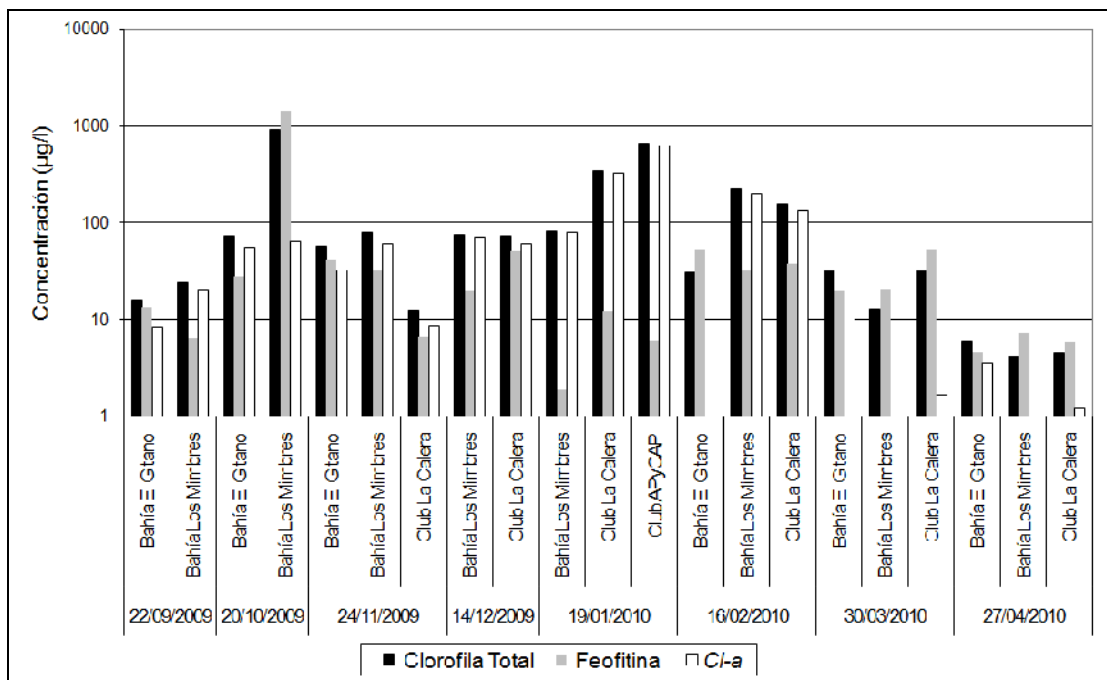


Figura 6: Variación de la concentración de pigmentos en la playas del Embalse San Roque.



## CONCLUSIONES

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 es inapropiado la adopción de valores guía específicos. Esto remarca la importancia de profundización en estudios epidemiológicos para el desarrollo de pautas locales de manejo de floraciones de cianobacterias. Sin embargo y en consideración a los antecedentes internacionales, debería ser evitado el contacto directo de aguas con presencia clara de natas, espumas y verdín, indicador claro de una floración de cianobacterias.

Se han verificado en sitios con uso recreativo potenciales riesgos en la salud por exposición a cianobacterias calificados por la OMS de bajos a altos. Se requiere realizar un seguimiento de estas playas ya que se ha verificado un intenso uso recreativo de las mismas. Los valores bacteriológicos preliminares dan indicio de posibles riesgos de salud, por la presencia de indicadores de contaminación fecal entre ellos, *E. coli*.

Actualmente, se evalúan técnicas de laboratorio para los indicadores relacionados específicamente con cianobacterias y bacteriología y se trabaja en el desarrollo de un protocolo local de monitoreo de playas y sistema de alerta. Además, se continúa con los estudios y monitoreos con el fin de aportar conocimientos útiles a los organismos gubernamentales de control y gestión del recurso y salud, cuya participación activa es absolutamente necesaria para el encuentro de soluciones factibles a la problemática.

**AGRADECIMIENTOS:** Por el apoyo en las actividades de campaña al Cuerpo Especial de Policía de Villa Carlos Paz y a la Dirección de Seguridad Náutica de la Prov. de Cba.

## BIBLIOGRAFIA

- Amé MV** (2003) Microcistinas en el Embalse San Roque (Córdoba), presencia, ecotoxicidad, regulación y biodegradación. Tesis Doctoral. FCQ-UNC.
- APHA American Public Health Association** (2000) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edition.
- AG Australian Government** (2008) The Guidelines for Managing Risks in Recreational Water.
- Calderón RL, Mood EW and AP Dufour** (1991) Health effects of swimmers and nonpoint sources of contaminated water. *Int. J. Environ. Health Res.* 1: 21–31.
- Bordet, F** (2009) Área Ecología CTM de Salto Grande. Inf. Téc. Período 2007-2009. Monitoreo Emergencia de Floración de Cianófitas: Áreas Recreativas - Embalse de Salto Grande.
- Carlson RE and J Simpson** (1996) A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods. North American Lake Management Society. North American Lake Management Society (<http://www.nalms.org/>).
- Chorus, I** (2005) Current Approaches to Cyanotoxin Risk Assessment, Risk Management and Regulations in Different Countries. Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt).
- Chorus I and J Bartram** (1999) Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. E and FN Spon, London.
- Conti ALR, Guerrero JM and JM Regueira** (2005) Levels of microcystins in two Argentinean reservoirs used for water supply and recreation: Differences in the implementation of safe levels. *Environmental Toxicology* 20(3),263-269.
- CYANONET** (2005) Global Network for Cyanobacterial Bloom and Toxin Risk Management *Initial Situation Assessment* IHP-VI Techn. Doc. in Hydr. N°76 UNESCO Work. Ser. SC-2005/WS/55.
- Dillenberg HO, MK Dehnel** (1959) Toxic water bloom in Saskatchewan. *Canadian Medical Assesmen. Journal.* 83: 1151-1154.
- Echenique RO** (1999) Cyanophytas tóxicas, antecedentes y estudios actuales en la República Argentina. *Notas Botánicas de la Soc. Arg. Bot.* 3-7.
- Emiliani F, Lajmanovich R, Acosta MA y S Bonetto** (1999) Variaciones temporales y espaciales de coliformes y de *E. coli* en aguas recreativas fluviales (Río Salado, Sta Fe, Arg.). Relación con los estándares de calidad. *Rev. Arg. Microbiol.* 31: 142-156.

- Gariboglio MA, Mariazzi AA y LS Monticelli** (1977) Estudio bacteriológico de una zona del Río de La Plata destinada a uso recreacional. *Limnobiología*, 1 (5): 167-175.
- Giannuzzi L. et al** (2009) Cianobacterias y Cianotoxinas: identificación, toxicología, monitoreo y evaluación de riesgo 1a ed. - Buenos Aires: el autor.
- Kocaso G** (1995) Waterborne disease incidences in the mediterranean region as a function of microbial pollution and *T Wat. Sci. Tech.* 32: 257-266.
- López-Pila JM and Szewzyk R** (2000) Estimating the infection risk in recreational waters from the faecal indicator concentration and from the ratio between pathogens and indicators. *Wat. Res.*, 34: 4195-4200.
- FPWGRWQ Fed. Prov. Working Group on Recreational Water Quality of the Fed.-Prov. Advisory Committee on Environmental and Occupational Health** (1992) Guidelines for Canadian Recreational Water Quality Fed. Minister of Supply and Services. Canada.
- Odrizola E, Ballabene N and A Salamanca** (1984) Intoxicación en ganado bovino por algas verdeazuladas. *Revista Argentina de Microbiología* 16 (4): 219-224.
- Pilotto LS, Burch MD and RM Douglas RM** (1997) Health effects of exposure to cyanobacteria (blue green algae) during recreational water-related activities. *Aust NZ J Pub. Health* 21(6): 562-566.
- Pizzolon L** (1997) Inventario de ambientes dulceacuicolas de la Argentina con riesgo de envenenamiento por cianobacterias. *Rev. de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, AIDIS* 33: 26-34
- Pruss A** (1998) Review of epidemiological study on health effects from exposure to recreational water. *Int. J. Epidemiol.* 27: 1-9.
- Ruibal Conti AL** (2003) Seasonal Variation of microcystins in Argentina Inland Waters. Master of Science Thesis. Kyoto University. Japan.
- Ruibal Conti AL, Rodríguez MI, Ruiz M, Bustamante MA y CM Angelaccio** (2005) Presencia de cianobacterias tóxicas en el Embalse San Roque. XXIV Jorn. Interdisc. Toxic., Mendoza.
- Ruibal Conti AL, Rodríguez MI y CM Angelaccio** (2005) Ocurrencia de cianobacterias y sus toxinas (microcistinas) en aguas del Río de la Plata. Evaluación rápida usando el ensayo ELISA XX Congr. Nac. del Agua y III Simp. de Rec. Híd. del C. Sur. Mendoza.
- Rodríguez, MI** (2003) Problemática de eutroficación del Embalse San Roque: Aportes para la gestión del Recurso, Tesis de Magister GADU, UNC, Arg.
- Rossen A, Rodríguez MI, Ruibal Conti AL, Fortunato MS, Bustamante A, Ruiz M, Angelaccio C y S Korol** (2008) Indicadores bacterianos de contaminación fecal en el embalse San Roque (Córdoba, Argentina) *Hig. Sanid. Ambient.* 8: 325-330.
- Saracho M, Segura L, Moyano P, Rodríguez N y E Carignano** (2006) Calidad del agua del Río del Valle, Catamarca, para uso recreativo. *Revista de Ciencia y Técnica* 12.
- SSRHN Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación** (2003) Marco conceptual para el establecimiento de niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente, metodología para recreación humana. República Argentina.
- Stewart I, Webb PM, Schluter PJ and GR Shaw** (2006a). Recreational and occupational field exposure to freshwater cyanobacteria – a review of anecdotal and case reports, epidemiological studies and the challenges for epidemiologic assessment. *Environmental Health: A Global Access Science Source.* 5: 6-18.
- Stewart I, Webb PM, Schluter PJ, Fleming LE, Burns JW, Gantar M, Backer LC and GR Shaw** (2006b) Epidemiology of recreational exposure to freshwater cyanobacteria – an international prospective cohort study. *BMC Public Health* 6: 93-104.
- Turner PC, Gammie AJ, Hollinrake K y GA Codd** (1990) Pneumonia associated with cyanobacteria. *British Medical Journal* 300: 1440-1441.
- UNESCO** (2009) Cianobacterias Planctónicas del Uruguay: Manual para la identificación y medidas de gestión. Documento Técnico PHI N° 16. UNESCO.
- van Asperen IA, Medema G, Borgdorff MW, Sprenger M and A Havelaar** (1998) Risk of gastroenteritis among triathletes in relation to faecal pollution of fresh waters. *Inter. Epid. Ass.* 27: 309-315.
- van Schets FM and J Meulenbelt** (2007) The effects of blue algae on health. *Ned Tijdschr Geneesk.* 151(31):1723-1728.
- Wade T, Calderon RL, Same E, Beach M, Brenner KP, Williams AM and A Dufour** (2006) Rapidly measured indicators recreational water quality are predictive of swimming associated gastrointestinal illness. *Environ. Health Perspectives* 114: 24-28.
- WHO World Health Organization** (2003) Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Volume 1, Coastal and Fresh Waters. WHO.