

Salud y cianobacterias: no tenga miedo, tenga cuidado



Por Tatiana Petcheneshky y Ernesto de Titto

Las floraciones de algas nocivas son inevitables, pero los riesgos que entrañan para los seres humanos pueden ser acotados con sistemas de alerta: buena comunicación de las autoridades, equipo de salud específicamente capacitado y en coordinación multidisciplinaria e interinstitucional bajo el paraguas conceptual de una sola salud

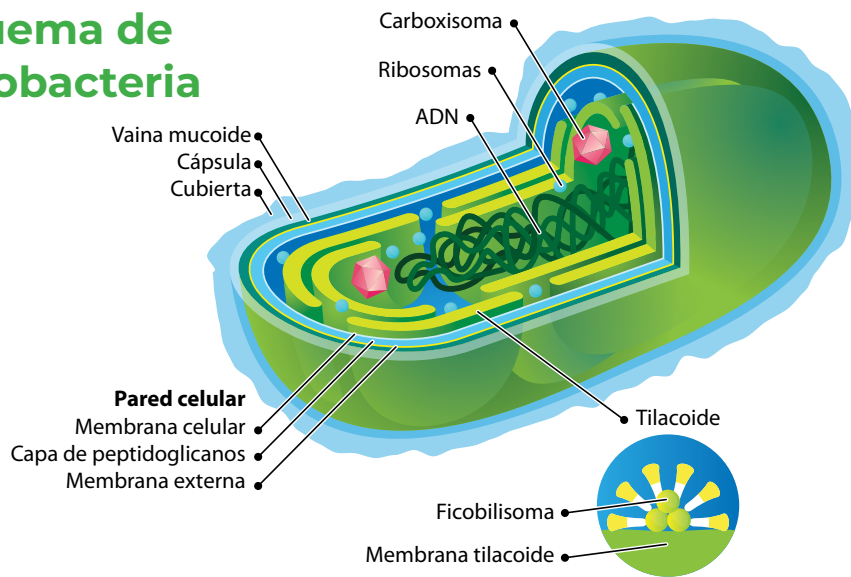
Las cianobacterias (según el Código Internacional Bacteriológico) o algas verde-azules (según el Código de Nomenclatura Botánica) son un componente del fitoplancton, siendo muy ubicuas también en ambiente terrestre, y cuyo brusco crecimiento o floración conlleva riesgos potenciales para la salud humana y animal por uso y consumo de agua contaminada con ellas. A ese crecimiento de una o pocas especies prevalentes se lo designa con las siglas FAN (floración de algas nocivas) o HAB (*harmful algae bloom*).

Las cianobacterias son organismos procariotas y autótrofos (o productores primarios), anteriormente conocidas como las únicas algas procariotas, que

presentan el mismo aparato fotosintético de las algas eucariotas y por ello producen compuestos orgánicos complejos usando carbono de sustancias simples (CO_2). En la historia planetaria fueron las precursoras de una obtención exitosa de energía a partir de la luz solar gracias a su capacidad para sintetizar clorofila, lo que las diferenció de las bacterias púrpuras del azufre que surgieron en la etapa de la formación terrestre en una atmósfera con ausencia total de oxígeno. La clorofila es fácilmente excitable por la luz solar, generando la fotosíntesis oxigénica: la energía solar captada se almacena en enlaces químicos de alta energía, a través de ATP, tomando electrones del

Tatiana Petcheneshky es química por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y licenciada en Ciencias Biológicas por la UBA, con Posgrados en Alta Dirección en Turismo Rural (UBA) y en Economía Social y Desarrollo Local (Flacso). Ernesto De Titto es doctor en Ciencias Químicas y consultor en Salud Ambiental. Ex director nacional de Determinantes de la Salud e Investigación del Ministerio de Salud de la Nación. Docente de posgrado de ISALUD y UBA.

Figura 1. Esquema de cianobacteria



agua y CO_2 del aire para sintetizar glucosa y liberar oxígeno a la atmósfera. Eso las hace muy competitivas frente a las bacterias púrpuras.

Esta mutación exitosa permitió a las cianobacterias transformar la atmósfera terrestre durante millones de años. Además, las cianobacterias adquirieron la capacidad de tomar no solo el nitrógeno presente en el agua sino también el N_2 gaseoso de la atmósfera y así aumentar la variedad de proteínas dando lugar a una verdadera revolución genética y aumento de biodiversidad.

Las cianobacterias adoptan formas microscópicas cocoides o filamentosas (simples o ramificadas), de colores que van desde el azul violeta, verde fluo hasta marrón dependiendo de los pigmentos auxiliares (xantofilas, ficocianinas) que contengan, siendo la clorofila la más importante y que les permite optimizar la absorción de la luz solar. La morfología de una cianobacteria muestra su membrana celular externa y una membrana plasmática y a diferencia de células eucariotas se observa la falta de una membra-

na nuclear (ver figura 1). Como estrategia para optimizar su fotosíntesis cuando la presencia de nutrientes es favorable, en particular el fósforo, la célula posee vacuolas gasíferas blancas que permite a las cianobacterias subir a la superficie de la columna de agua.

Los criterios de clasificación taxonómica de las cianobacterias han cambiado radicalmente en las últimas décadas después que se aplicaron análisis filogenéticos principalmente derivados de la secuenciación molecular, y se encuentran en revisión.

En las últimas décadas las cianobacterias han cobrado importancia sanitaria debido a la presencia de las floraciones (en cuerpos de agua en áreas cada vez más pobladas o de uso recreativo, o de explotación agrícola y ganadera) que son acompañadas por síntesis y liberación de compuestos tóxicos: las cianotoxinas, y de compuestos volátiles que alteran las características organolépticas del agua como la geosmina o el β -metilisoborneol.

La eutrofización es el proceso de enriquecimiento de nutrientes de los sis-

Las cianobacterias son organismos procariotas y autótrofos (o productores primarios), que producen compuestos orgánicos complejos usando carbono de sustancias simples (CO_2); conocidas anteriormente como las únicas algas procariotas, que presentan el mismo aparato fotosintético de las algas eucariotas y de las plantas superiores

temas acuáticos por nitrógeno y fósforo que conduce gradualmente al incremento de la producción primaria biológica y de la masa fitoplanctónica, incluyendo cianobacterias y microalgas, con la consecuente disminución de la biodiversidad y reducción de la calidad del agua como fuente para distintos usos para humanos y animales.

La caracterización de los efectos tóxicos de las cianobacterias/cianotoxinas presentes en el agua ambiente, y más en aguas continentales, y que también pueden aparecer en el agua de uso y consumo humano

es un desafío para el área de salud cualquiera que sea su estrategia de intervención: promoción de la salud, protección, prevención y asistencia del paciente.

Las actividades antropogénicas contribuyen con grandes cantidades de desechos orgánicos de todo tipo que favorecen el aumento de la frecuencia de floraciones, su persistencia, extensión y masa total acumulada en cada “bloom”, situación agravada por el cambio climático. Un “bloom” puede estar formado por un consorcio de cianobacterias en el que coexisten células toxigénicas y no toxigénicas no distinguibles en un examen morfológico, y que generan toxinas intracelulares o extracelulares que pueden llegar a encontrarse en el agua circundante¹. Un “bloom” cianobacterial es muy complejo y puede desarrollarse en una dirección no predecible. El tratamiento del problema ambiental a nivel de cuencas, cuerpos de agua, y plantas potabilizadoras en cuanto a las caracterización, monitoreo, vigilancia, tratamiento y mitigación de las floraciones (o “blooms”) es un compromiso de la sociedad toda.

Figura 2

Ciano Semáforo

Prevención de riesgos por contacto con cianobacterias (algas verde-azules) en agua ambiente

No tenga miedo, tenga cuidado

Nivel de riesgo	Aspecto del agua en la playa	Precauciones en el uso
ALTO	 <p>Masa verde oscura, amarronada o rojiza, con aspecto de nata espesa en el agua y en la playa</p> <p>Alta presencia de cianobacterias potencialmente tóxicas en estado de floración</p>	<p>No entre al agua</p> <ul style="list-style-type: none"> ✱ No consuma el agua ✱ Aleje del agua y de la playa sucia a los niños y mascotas ✱ El agua no es apta hasta que desaparezca la floración de cianobacterias
MEDIO	 <p>Masa verde brillante en la superficie del agua y en la orilla, similar a “mancha de pintura”</p> <p>Mediana densidad de cianobacterias potencialmente tóxicas en el agua. Puede aparecer depositada sobre la arena de la playa</p>	<p>Busque sectores de agua limpia</p> <ul style="list-style-type: none"> ✱ Evite el contacto con las manchas de cianobacterias en el agua y en la playa ✱ Si lo tuvo, lávese con agua limpia lo antes posible ✱ No consuma el agua ✱ Cuide a los niños y a las mascotas
BAJO	 <p>Superficie del agua: apariencia de “yerba dispersa”</p> <p>Baja densidad de algas y cianobacterias</p>	<p>Puede bañarse en el embalse, lago, río</p> <ul style="list-style-type: none"> ✱ Lávese con agua limpia después ✱ No consuma el agua ✱ Cuide a los niños y a las mascotas

Si siente náuseas, diarrea y cualquier otro síntoma consulte a su médico o llame las 24 hs. al 0-800-333-0160: Centro Nacional de Intoxicaciones - Hospital “Prof. A. Posadas”

Si su mascota tiene vómitos, diarrea o convulsiones, consulte a su veterinario

Dirección Nacional de Determinantes de la Salud e Investigación

Ministerio de Salud



Presidencia de la Nación

Efectos en la salud humana

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha caracterizado a las cianobacterias como un problema de salud emergente², distinguiendo dos categorías de efectos en la salud:

1. Síntomas asociados con irritación de piel y reacciones alérgicas.
2. Efectos potencialmente más severos, debidos a la exposición a altas concentraciones de cianotoxinas, particularmente microcistinas, que son las de mayor ocurrencia y las más estudiadas. En particular en relación con la exposición recreativa al agua ambiente o uso

directo desde la fuente, el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los EEUU coinciden en la dificultad de establecer guías al respecto, por la falta de capacidad para tratar con mezclas de toxinas, la ausencia de métodos analíticos de probada efectividad para cumplir con el monitoreo de las mismas, la ausencia de estándares certificados y la carencia de una relación dosis-respuesta conocida. Estudios de casos han demostrado que pueden encontrarse concentraciones letales de toxinas cianobacteriales aún en ausencia de células cianobacteriales toxigénicas detectables³.

Los estudios han centrado el foco en tres cianotoxinas: microcistina-LR, de la que se han encontrado más de 100 isoformas, anatoxina-a y cilindroespermopsina. La microcistina-LR, es con-

siderada como una de las cianotoxinas más tóxicas, pero entre las isoformas puede haber diferencia en cuanto al nivel de toxicidad.

La exposición a microcistina tiene el potencial de causar lesiones agudas y crónicas, dependiendo de la dosis y la duración de la exposición. El daño subagudo en el hígado es muy probable que pase desapercibido, hasta niveles cercanos a daños severos agudos. La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer-IARC ha clasificado a la Microcistina-LR como posible carcinogénico (Grupo 2B) por su capacidad para promover tumores⁴.

La principal vía de exposición a cianotoxinas es la oral a través de la ingestión de agua, que puede ocurrir por dos vías: incidental o intencional. La ingestión incidental es la más probable durante el uso recreacional de las aguas, por ej. practicando la natación en los lagos tur-



ESTUVIMOS, ESTAMOS Y *Vamos a estar a tu lado*

La Internación Domiciliaria es una aliada para el sistema de salud. Está probada su eficacia para el tratamiento de diversas patologías y es parte del Programa Médico Obligatorio. Estén donde estén en el territorio argentino, Medihome brinda a los pacientes la atención que necesitan en su entorno familiar, a través de un equipo interdisciplinario de profesionales y la tecnología que el médico tratante indica, como desde hace más de 20 años. Por eso, cuando el hogar es la mejor terapia, Medihome es la mejor opción.



0810-666-4663

www.medihome.com.ar



@grupomedihome.com

bios o con pérdida de su color original, y es especialmente alto para los niños que juegan en zonas cercanas a la costa, donde tienden a acumularse las espumas.

La ingestión intencional de agua recreacional por acampantes y excursionistas se relaciona con el posible consumo para beber o cocinar tomando agua de lagos, ríos y embalses, creyendo erróneamente que hervir, filtrar o purificar el agua contaminada con equipos individuales para campamento la convertirá en agua potable. Pero las cianotoxinas son péptidos cortos, que no tienen estructura secundaria ni terciaria como otras proteínas más complejas, y por lo tanto no se desnaturalizan por efecto del calor⁵. Para evitar la exposición a este riesgo se debe ofrecer a los excursionistas y acampantes información y asesoramiento específico recomendando que lleven el agua potable embotellada para sus actividades cerca

de cuerpos de agua, y a las autoridades locales colocar indicaciones de alertas y los cianosemáforos en áreas críticas durante las floraciones (ver figura 2).

La exposición dérmica tiene menor riesgo ya que es poco probable que las cianotoxinas atraviesen la piel y entren al torrente sanguíneo. Los efectos dérmicos son producidos, sobre todo en personas alérgicas, por los lipopolisacáridos de las células cianobacteriales.

El ingreso por la vía de exposición nasal es posible por inhalación y aspiración de las toxinas, especialmente a través de actividades donde la toxina se dispersa/volatiliza en el aire, como en el canotaje⁶, esquí acuático, motos de agua, o salpicaduras al remar y navegar.

Los niveles de exposición en actividades recreativas se presentan en el cuadro 1.

Se estima que más del 50 % de las floraciones de cianobacterias de aguas continentales son tóxicas⁷.

En base a las revisiones de estudios epidemiológicos, de reportes de casos en humanos y en mamíferos, y de estudios experimentales de laboratorio, se han clasificado las cianotoxinas en 4 grupos principales: 1. Hepatotoxinas, 2. Neurotoxinas, 3. Citotoxinas y 4. Dermatotoxinas.

Al no haber aun definición de caso hasta el presente, se evalúa la exposición del paciente según la presentación clínica y diagnóstico diferencial, según se sintetiza en el Cuadro 2.

La emisión de alertas se basa en el peligro que presentan las cianotoxinas y en los potenciales efectos adversos en la salud más serios, tales como en el sistema nervioso y desórdenes gastrointestinales.

Un desarrollo más completo de esta problemática, así como una Guía para el Equipo de Salud ante la Exposición a Cianobacterias y Cianotoxinas han sido

Cuadro 1. Nivel y vías de exposición a cianobacterias en actividades recreativas

Nivel Potencial de Exposición	Actividad Recreativa	Vías de exposición primaria
Alto	Buceo Natación, Vadeo Esquí acuático, Surfleo Motos de agua Surfleo a vela	Ingestión Ingestión Ingestión/inhalación Ingestión/inhalación Ingestión/inhalación
Moderado	Bote a motor Consumo de pescado Canotaje Navegación a vela Práctica de kayak Remos	Inhalación Ingestión Ingestión/inhalación Ingestión/inhalación Ingestión/inhalación
Bajo o ninguno	Caminata, picnic Pesca deportiva	No aplicable Contacto dérmico

Fuente: Modificado de Estado de Vermont^a, Stone y Bress^b, Queensland Health^c.

- a. Vermont Department of Health (USA). (2015) Cyanobacteria (Blue-green Algae)- Guidance for Vermont Communities. www.healthvermont.gov
- b. Stone D, W Bress. (2007) Addressing public health risks for cyanobacteria in recreational freshwaters: The Oregon and Vermont framework. *Integrated Environmental Assessment and Management* 3(1):137-143. <https://doi.org/10.1002/ieam.5630030112>
- c. Environmental Health Unit, Queensland Health. (2001) Cyanobacteria in Recreational and Drinking Waters. Environmental Health Assessment Guidelines. <https://www.qld.gov.au/environment/water/quality/algae>

presentadas por el Ministerio de Salud de la Nación^{8,9}.

Riesgo para animales. Los animales mamíferos son sensibles a las cianotoxinas. La vía principal y más frecuente de exposición es a través de la ingestión, que en el caso de los animales mascotas -en particular los perros- se produce cuando nadan, juegan y beben agua conteniendo cianobacterias/cianotoxinas y lamen su piel después de nadar. Su relación de dosis en relación con el peso es similar a la de los niños, pero por su comportamiento alcanzan antes la dosis letal. Por ello se los considera como animales centinela¹⁰. De hecho, varios países del mundo^{11,12,13},

incluyendo a la Argentina¹⁴, Uruguay¹⁵, el Reino Unido¹⁶ y Australia¹⁷, han reportado mortandad de ganado y de animales domésticos, en particular perros, tras beber en cuerpos de agua con floraciones. También la fauna silvestre se ve afectada.

Riesgo en áreas urbanas. La colmatación de los filtros de las plantas potabilizadoras a causa de las microalgas es un hecho relativamente frecuente, disminuyendo su capacidad de filtración. Si son tóxicas, su acumulación en los filtros y la ruptura de células por efecto de la cloración o por envejecimiento, puede liberar cantidades considerables de toxina, haciendo altamente riesgosa

Cuadro 2. Exposición, presentación clínica y diagnóstico diferencial de intoxicación por cianotoxinas

	Rutas de exposición	Signos y síntomas	Tiempo de aparición de síntomas	Diagnóstico diferencial
Hepatotoxinas (péptidos cíclicos y alcaloides)	Ingesta de aguas contaminadas con cianobacterias o toxinas	<ul style="list-style-type: none"> - Elevada alanino-amino transferasa en sangre - Gastroenteritis - Hepatitis aguda - Toxicidad en riñón - Depresión - Dolor de cabeza 	Minutos a horas	<ul style="list-style-type: none"> Otras intoxicaciones hepáticas Otras infecciones microbianas/toxinas
Neurotoxinas (alcaloides)	Ingesta de aguas contaminadas con cianobacterias o toxinas	<ul style="list-style-type: none"> - Temblor - Diarrea - Debilidad motriz - Parálisis respiratoria - Vómitos 	Minutos a horas	Intoxicación por plaguicidas y otros tóxicos
Dermatotoxinas (alcaloides)	Contacto dérmico con aguas contaminadas con cianobacterias o toxinas o contacto con animales contaminados con cianobacterias	<ul style="list-style-type: none"> - Prurito - Enrojecimiento de la piel - Urticaria - Ampollas en piel y labios - Reacciones alérgicas 	Minutos a horas	<ul style="list-style-type: none"> Otros dermatoalérgenos Urticaria no alérgica Reacciones de fotosensibilidad
	Inhalación de gotas aerosolizadas contaminadas con cianobacterias o toxinas	<ul style="list-style-type: none"> - Faringitis-Congestión - Tos - Respiración sibilante - Irritación de la vía aérea superior - Rinitis - Posibles reacciones alérgicas en vía aérea 	Desconocidos, pero con posibilidad de reacciones agudas	<ul style="list-style-type: none"> Otros alérgenos en aire Infecciones de la vía aérea superior Influenza

Fuente: Modificado de Funari^a y Kansas Environmental Health-EE.UU.^b

a. Funari E, E Testai. (2008) Human health risk assessment related to cyanotoxins exposure. Critical

Reviews in Toxicology 38:97-125. <https://doi.org/10.1080/10408440701749454>

b. <https://www.kdhe.ks.gov/480/Harmful-Algal-Blooms-Information-Assista>

su introducción en la red de distribución urbana, en natatorios o en abrevaderos para animales¹⁸.

Sistemas de vigilancia

Los Sistemas de Vigilancia tienen dos vertientes: la ambiental y la detección de efectos en animales y humanos.

La vigilancia ambiental se realiza por la observación de floraciones que se realiza:

- A.** a nivel del suelo por observación directa, monitoreo y laboratorio taxonómico y toxicológico.
- B.** a través de sistemas satelitales mediante teledetección óptica de cobertura global continua y en tiempo casi real por:

- 1.** la NASA de Estados Unidos (Sistema Landsat, Terra/Aqua MODIS, SNPP VIIRS, Sentinel-2 MSI y Sentinel-3 OLCI), que realiza el monitoreo cualitativo y cuantitativo de las floraciones de algas nocivas (FAN) o (HABs) midiendo clorofila (Chl) y la temperatura de la superficie del mar (SST),
- 2.** la ESA (Agencia Espacial Europea) mediante la Red de Evaluación de Cianobacterias CyAN a través de sistema satelital Sentinel-3A, Sentinel-3B y Sentinel-3C, y por
- 3.** Aviones, Naves y Drones.

Complementaria o alternativamente, la aparición de floraciones toxigénicas pueden ser detectadas por:

- 1.** animales centinela: hallazgo de casos de intoxicación aguda o muerte de animales- mascotas, ganado y silvestres, y/o por
- 2.** detección de pacientes a través del sistema de Atención Primaria de la Salud, tal como ha previsto el Ministerio de Salud de la Nación¹⁴.

En el caso particular de nuestro país, debe destacarse que históricamente se han registrado en Argentina floraciones de cianobacterias toxígenas en distintos sistemas fluviales, lacustres y de humedales, detectadas por organismos de competencia nacional, provincial, Institutos de Limnología, Ecología Acuática y/o Universidades, contando el país con profesionales competentes para la vigilancia, detección, monitoreo, clasificación y estudios de impacto en el medio de este fenómeno. En los últimos años se han registrado floraciones de cianobacterias toxígenas en distintos sistemas fluviales, tales como los ríos Uruguay, Paraná y Limay, y los embalses de Salto Grande, Río Tercero, Yaciretá, San Roque

Tabla 1. Registros de floraciones de cianobacterias en Argentina en el primer semestre de 2022

Provincia	Mes	Localidad
Buenos Aires	Junio	Laguna de Lobos
	Marzo-mayo	Laguna de Trenque Lauquen
		Laguna de Gómez-Junín
	Río Salado-Roque Pérez	
Enero-febrero	Costa del Río de la Plata en Berisso y Ensenada	
	Río Tigre-Tigre	
Córdoba	Marzo-junio	Embalse Los Molinos
	Febrero	Embalse San Roque
Entre Ríos	Febrero	Río Uruguay
Mendoza	Abril	Embalse El Nihuil-San Rafael
Misiones	Febrero	Arroyo Mártires-Posadas
Salta	Marzo	Embalse Cabra Corral
Santa Fe	Febrero	Laguna Juan de Garay-Santo Tomé
		Laguna Setúbal-Santa Fe
Santiago del Estero	Marzo-junio	Embalse Río Hondo

Fuente: Elaborado sobre las alertas registradas por la Red CyanoSur.

y Los Molinos, entre otros (ver tabla 1 y figura 3, 4 y 5 a título ilustrativo).

Hoy en día se desarrollan diversas iniciativas destinadas a conocer mejor el alcance geográfico y frecuencia de las floraciones algales y prevenir los riesgos que conllevan para la salud.

En esta dirección debe destacarse el valor como referencia nacional de la labor desarrollada por la Subgerencia Centro de la Región Semiárida del Instituto Nacional del Agua (INA-CIRSA), con sede en la Ciudad de Córdoba, cuya Área de Limnología Aplicada y Calidad de Aguas (LAYCA) viene realizando desde el año 1998 una Actividad Permanente de Monitoreo mensual de la calidad del agua del Embalse San Roque, cuyos resultados se publican regularmente en la web¹⁹.

La Red CyanoSur, integrada por científicos de diferentes universidades e instituciones públicas y privadas de Ar-

gentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, y liderada por la Fundación para Investigaciones Biológicas Aplicadas (FIBA) que presenta en su página web variada información, así como un reporte actualizado de floraciones en la Argentina²⁰.

Son muy importantes también las experiencias conjuntas con países limítrofes, como la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU). Dicho organismo monitorea la calidad del agua del río Uruguay junto con la Comisión Técnico-Mixta de Salto Grande, a través de un *Programa de Vigilancia de Playas del Río Uruguay*. Así, genera información para prevenir efectos nocivos sobre la salud de la población río arriba y río abajo, además de la represa, cubriendo hoy en día 32 playas en ambas costas. La página web de la CARU permite a la población y a las autoridades locales conocer las áreas críticas y elaborar indicaciones



STP SALUD EN TODAS LAS POLÍTICAS

Una mirada integral sobre el sistema sanitario argentino

Es tiempo de responsabilidad y solidaridad.
Cuidarte es cuidar al otro.

#quedateencasa

Conduce **Milva Castellini**
PRODUCE **plix**

METRO

Miércoles 13 h.
Jueves 18 h.
Lunes 6.30 h.

para prevenir el acceso público a playas “no seguras”²¹.

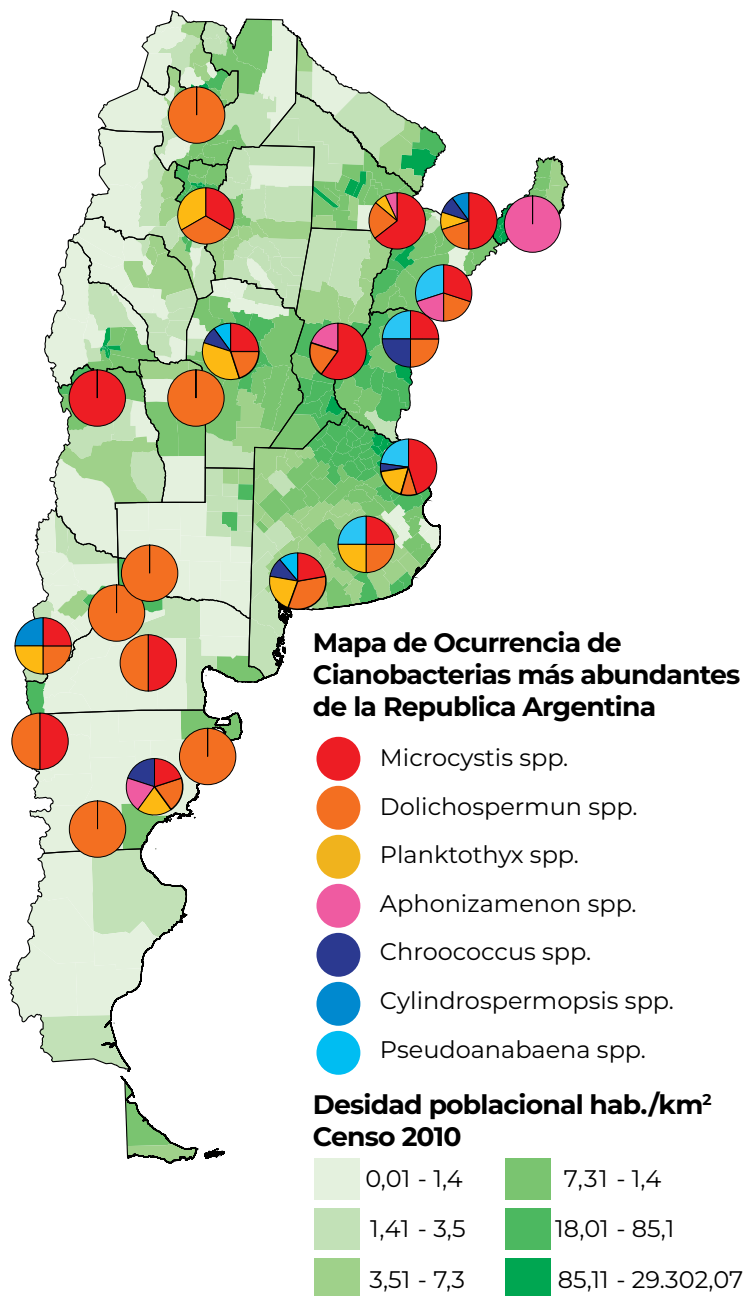
Otro desarrollo binacional relevante a nuestros propósitos es el de la Central Hidroeléctrica Yacyretá-Apipé (más co-

nocido como Yacyretá), emprendimiento conjunto de Argentina y Paraguay. A través del convenio con la Universidad Nacional de Misiones el área de trabajo contempla algunos de los brazos laterales del embalse principal o subembalses, y las cuencas de aporte al mismo para analizar los aportes externos al curso principal. Los datos recientes indican un aumento de floraciones en densidad y estaciones tanto en el cuerpo del embalse como en los subembalses y afluentes^{22,23}.

Debido al aumento de floraciones nocivas en la costa del Río de la Plata, zona AMBA, la provincia de Buenos Aires a través de la Subsecretaría de Recursos Hídricos convocó a representantes de ABSA, la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y los municipios afectados, para el desarrollo de un Programa de Gestión Integral de Cianobacterias en la Provincia de Buenos Aires. Como primer objetivo se desarrolló el Sistema de Alerta Temprana por Cianobacterias con el empleo del Cianosemáforo para acompañar el monitoreo del estado de la costa del Río de la Plata en la Región Capital y Ramallo, y en diversos puntos de la Provincia que se van sumando de forma paulatina. Además, incluye un punto que determina el estado de la provisión de agua de red por parte de la empresa ABSA con relación a la situación de cianobacterias en la región capital²⁴.

En la provincia de Córdoba se trabaja en un proyecto liderado por la Universidad de Córdoba integrando docentes y alumnos vecinos de la localidad de Embalse Los Molinos (a 65 kilómetros de

Figura 3. Floraciones de cianobacterias potencialmente tóxicas con géneros dominantes de la República Argentina, 2015



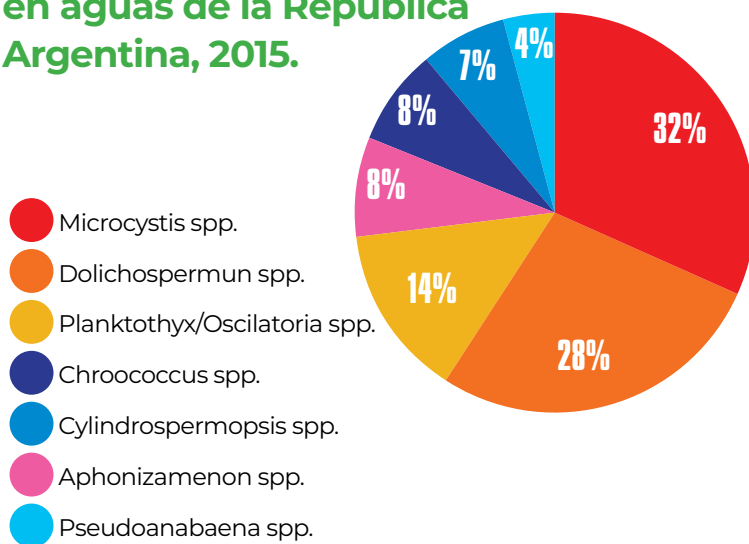
Fuente: Ministerio de Salud de la Nación, 2017.

Córdoba Capital), para sostener la vigilancia y un sistema de alerta ante la proliferación de cianobacterias²⁵.

En el área de salud se ha realizado capacitación de las áreas hospitalarias relacionadas con la exposición al riesgo, y se elaboraron en forma conjunta herramientas para detección de casos, atención primaria y trabajo en redes en 3 Áreas Piloto: I-Córdoba, II-Bahía Blanca y III-Concordia, siendo referente nacional el Centro Nacional de Intoxicaciones del Hospital Nacional “Profesor Alejandro Posadas”²⁵.

Si bien la eutrofización de aguas continentales es un fenómeno natural, la intervención humana ha acelerado la modificación de los ecosistemas incrementando la carga de nutrientes y de contaminación. Con el cambio climático en franca evolución las floraciones han aumentado en años recientes en su fre-

Figura 4. Géneros de cianobacterias dominantes en aguas de la República Argentina, 2015.



- Depto Salud Ambiental –DINADESAI– Ministerio de Salud de la Nación. 2015.
- Centro de Tecnología del Uso del Agua, Instituto Nacional del Agua. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios
- Dirección de Conservación y Protección de Recursos Acuáticos. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

Fuente: Ministerio de Salud de la Nación, 2017.

Figura 5. Galería fotos de floraciones de cianobacterias en la República Argentina



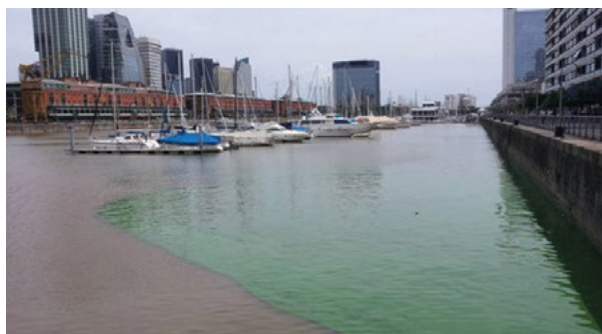
Gualeguaychú, Río Uruguay



Federación, Represa Salto Grande




Carlos Paz, Embalse San Roque, Córdoba



Puerto Madero, CABA

cuencia y dispersión geográfica reclamando mayores y mejores niveles de intervención preventiva^{10, 26, 27, 28, 29}.

Las floraciones de algas nocivas son inevitables, pero los riesgos que entrañan para los seres humanos y, eventualmente para los animales domésticos, de cría y silvestres

pueden ser acotados con sistemas de alerta: buena comunicación de las autoridades responsables con la población, un equipo de salud específicamente capacitado y en coordinación multidisciplinaria e interinstitucional bajo el paraguas conceptual de UNA salud (ambiente-humano-animal). 

Bibliografía

- 1 WHO. (1999) *Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management*. (Ingrid Chorus and Jamie Bartram Editors) E & FN Spon, Londres, 400 pages. ISBN 0-419-23930-8.
- 2 WHO. (2003) *Guidelines for safe recreational water environments, Vol.1.: Coastal and fresh waters*. Ginebra http://whqlibdoc.who.int/publications/2003/9241545801_contents.pdf
- 3 Sedan D, D Andrinolo. (2017) Cianobacterias y Cianotoxinas. Efectos en la salud humana. Casos informados y primeros acercamientos al estudio epidemiológico. Cap. 4 -págs. 69-80- en Cianobacterias como Determinantes Ambientales de la Salud. Serie: Temas de Salud Ambiental N° 5 2da. Edición.
- 4 <https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>
- 5 el Saadi OE, AJ Esterman, S Cameron, DM Roder. (1995) Murray River water, raised cyanobacterial cell counts, and gastrointestinal and dermatological symptoms. *Med J Aust* 162(3):122-6 Turner C, A Gammie, K Hollinrake, G Cod. (1990) Pneumonia associated with cyanobacteria. *Br Med J* 300:1440-1.
- 7 Hallegraef G. (1992) A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia* 32:79-99.
- 8 Ministerio de Salud de la Nación. (2017) Cianobacterias como Determinantes Ambientales de la Salud. Serie: Temas de Salud Ambiental N° 5 2da. Edición. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/salud/ambiental/agua>
- 9 Ministerio de Salud de la Nación. (2016) Resolución 1949 - E/2016. Disponible en <https://bancos.salud.gob.ar/recurso/exposicion-cianobacteriascianotoxinas-en-agua-y-efectos-en-salud-guia-para-el-equipo-de>
- 10 Petcheneshky T, RO Benítez, E de Titto. (2017) Cianobacterias como determinantes de la salud. Gestión en el Ministerio de Salud de la Nación 2010-2015. Cap. 14 -págs. 239-240- en Cianobacterias como Determinantes Ambientales de la Salud. Serie: Temas de Salud Ambiental N° 5 2da. Edición.
- 11 Reynolds CS. (1991) Toxic blue-green algae: the "problem" in perspective. *Freshwater Forum* 1(1):29-38.
- 12 Onodera H, Y Oshima, P Henriksen, T Yasumoto. (1997) Confirmation of anatoxin-a(s) in the cyanobacterium *Anabaena lemmermannii* as the cause of bird kills in Danish lakes. *Toxicon* 35:1645-1648.
- 13 Ransom R, FS Soong, J Fitzgerald et al. (1994) Health Effects of Toxic Cyanobacteria (Blue-Green Algae). Australian National Health and Medical Research Council, Looking Glass Press, 108 pp.
- 14 Odriozola E, N Ballabene, A Salamano. (1984) Poisoning of cattle by blue-green algae (*Microcystis aeruginosa*). *Rev. Argent Microbiol* 16(4):219-224.
- 15 Lagos de Carrasco presentan organismos de riesgo tóxico. Disponible en http://apiculturauruguay.blogspot.com.ar/2013_01_01_archive.html
- 16 Lawton LA, GA Codd. (1991) Cyanobacterial (Blue-green algae) toxin and their significance in UK and European waters. *Journal of the Institution of Water and Environmental Management* 5:460-465.
- 17 Negri AP, GJ Jones, M Hindmarsh. (1995) Sheep mortality associated with paralytic shellfish poisons from the cyanobacterium *Anabaena circinalis*. *Toxicon* 33(10):1321-1329.
- 18 Pizzolon L. (1996) Importancia de las cianobacterias como factor de toxicidad en las aguas continentales. *Interciencia* 21(6):239-245. Disponible en <http://www.interciencia.org.ve>
- 19 <https://www.ina.gov.ar/cirsa/index.php?seccion=1>
- 20 <https://fibamdp.wordpress.com/v-taller-de-cianobacterias-toxigenas-en-argentina/>
- 21 <https://www.caru.org.uy/web/2017/12/programa-de-vigilancia-de-playas-del-rio-uruguay/>
- 22 <https://www.eby.org.ar/>
- 23 Meichtry NR. (2020) Monitoreo de calidad de Agua en el Embalse Yaciretá. Análisis de Fitoplancton. Informe campaña mes de noviembre de 2020. Universidad Nacional de Misiones .Entidad Binacional Yaciretá, 6 págs.
- 24 <https://www.gba.gob.ar/cianobacterias>
- 25 <https://www.telam.com.ar/notas/202203/586995-ciencia-ciudadana-cuidado-ambiente-proyectos.html>
- 26 López CB, EB Jewett, Q Dortch, BT Walton, HK Hudnell. (2008) Scientific Assessment of Freshwater Harmful Algal Blooms. Interagency Working Group on Harmful Algal Blooms, Hypoxia, and Human Health of the Joint Subcommittee on Ocean Science and Technology. Washington, DC.
- 27 UNESCO. (2009) Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión. Sylvia Bonilla (editora). Documento Técnico PHI-LAC, N° 16.
- 28 US EPA Office of Water. (2013) Impacts of Climate Change on the Occurrence of Harmful Algal Blooms. EPA 820-S-13-001. <http://go.usa.gov/gYTH>
- 29 Otten TG, HW Paerl. (2015) Health Effects of Toxic Cyanobacteria in U.S. Drinking and Recreational Waters: Our Current Understanding and Proposed Direction. *Curr Envir Health Rpt* 2:75-84. <https://doi.org/10.1007/s40572-014-0041-9>