

# IV TALLER



## CIANOBACTERIAS TOXÍGENAS EN ARGENTINA

**BASES PARA EL DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA  
PREVENCIÓN Y MANEJO DE FLORACIONES Y PARA ASEGURAR  
LA CALIDAD DEL RECURSO AGUA**

---

MAR DEL PLATA, ARGENTINA | 23-25 DE SEPTIEMBRE DE 2010

---

## **¡Bienvenidos!**

Es para nosotros un gran placer dar a todos Uds. la bienvenida al IV Taller sobre Cianobacterias toxígenas en Argentina, organizado por la Fundación para Investigaciones Biológicas Aplicadas (FIBA).

La FIBA es una organización no gubernamental sin fines de lucro, que ha impulsado, desde su creación en 1978 por el Dr. Luis F. Leloir, reuniones, encuentros científicos y transferencia de conocimientos de avanzada en el Área de la Biología y de sus aplicaciones biotecnológicas. Es de destacar el papel que instituciones de estas características han tenido y tienen en el desarrollo científico en Argentina. En ocasiones en que las decisiones desde el sector público están sujetas a cambios frecuentes y/o no llegan en el momento apropiado, las organizaciones no gubernamentales han cumplido un rol fundamental e insustituible, sosteniendo sus objetivos enfocados hacia el progreso del país y el bienestar de su población.

Todos los que participamos en el Taller, y los que están unidos al grupo a través de una red que se está generando, tenemos muy presente que en nuestro país la calidad del agua en los reservorios utilizados principalmente para el suministro público, la irrigación y la recreación está disminuyendo, llegando en muchos casos a niveles alarmantes para los usos mencionados. Desde el 2004, en que participamos del primer encuentro nacional, se han hecho importantes logros, pero sin embargo queda mucho por hacer. La FIBA una vez más, impulsó la organización de una actividad para promover nuevas acciones y actividades tendientes a proteger la salud de la población expuesta a eventos de floraciones de cianobacterias, a difundir esta problemática y a impulsar nuevas actividades y acciones conjuntas integrando a los interesados en la calidad del recurso agua en el país.

En el ámbito de este IV Taller se reunirán expertos e interesados provenientes de distintas partes del país para presentar el estado actual del conocimiento y la situación en cada lugar, intercambiar sus experiencias y generar un plan de acciones concretas en esta problemática. Con este objetivo se organizó este Taller multidisciplinario focalizado en los problemas del agua relacionados con la presencia de cianobacterias productoras de toxinas. Son metas prioritarias impulsar el funcionamiento de la red de laboratorios/instituciones que trabajan en cianobacterias toxígenas y sus problemáticas y en calidad de agua y actividades afines, integrar a los laboratorios/instituciones en proyectos comunes, impulsar la creación de centros de referencia tanto para la caracterización de toxinas e identificación de especies tóxicas, lograr una mayor participación en actividades de redes internacionales, y concretar la elaboración de guías teórico-prácticas y material de difusión.

Agradecemos muy especialmente a todos los que participan de este encuentro, muchos de los cuales se han trasladado desde muy lejos para compartir estos tres días, haciendo posible la concreción de esta reunión.

Esperamos que este Taller ayude a mantener la red activa, la relación permanente entre sus participantes, permita la incorporación de nuevos participantes e impulse la concreción de más acciones comunes.

¡Bienvenidos y que disfruten de este encuentro en una Mar del Plata primaveral!

Graciela Salerno

**INSTITUCIONES QUE CONTRIBUYERON A  
LA REALIZACION DE ESTE TALLER**



FUNDACION PARA INVESTIGACIONES  
BIOLOGICAS APLICADAS (FIBA)

AGENCIA



AGENCIA NACIONAL DE PROMOCIÓN  
CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

## **AUSPICIOS**

- Universidad Nacional de Mar del Plata
- Municipalidad del Partido de General Pueyrredón
- Ente Municipal de Turismo (EMTUR - Mar del Plata)
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca – Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA)
- Concejo Deliberante del Partido de General Pueyrredón
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
- Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

## **APORTES ESPECIALES**

- BIAGRO S.A.
- Biodynamics S.R.L.
- Carl Zeiss Argentina S.A.
- GE Healthcare Bio-Sciences
- Invitrogen Argentina
- Jenck S.A.
- Mar del Lab Equipamientos
- Microlat S.R.L.
- Sheila Pontis – Graphic Design
- Tecnolab S.A.
- ZEU-INMUNOTEC, S.L. (Zaragoza, España)

## Lista de Participantes

### **Susana Beatriz Alvarez**

Fac. Cs. Exactas y Naturales – UNLPam  
Uruguay 151  
6300 Santa Rosa, Argentina  
Teléfono: (54-2954) 430157- 422026-425166  
Fax: (54-2954) 432535  
E-mail: sbalvarez@cpenet.com.ar;  
sbalvarez@exactas.unlpam.edu.ar

### **María Valeria Amé**

CIBICI-CONICET  
Departamento de Bioquímica Clínica  
Facultad de Ciencias Químicas  
Universidad Nacional de Córdoba  
Medina Allende esq. Haya de la Torre  
Ciudad Universitaria  
5000 Córdoba, Argentina

### **Darío Andrinolo**

Laboratorio de Toxicología General  
Fac. Ciencias Exactas – CIDCA - Univ.Nac. de  
La Plata, Argentina

### **Sebastián Mario Ardanaz**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Universidad de Belgrano.  
E-mail: sebastian.ardanaz@gmail.com

### **Graciela I. Bazán**

Fac. Cs. Exactas y Naturales - UNLPam  
Uruguay 151  
6300 Santa Rosa, Argentina  
Teléfono: (54-2954) 430157- 422026-425166  
Fax: (54-2954) 432535

### **Corina Berón**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación Para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA). Vieytes 3103  
7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 474-8257/410-2561  
Fax: (54-223) 475-7120  
E-mail: cberon@fiba.org.ar

### **Cinthia G. Bogarin**

Laboratorio Central  
Aguas de Corrientes S. A.  
Gobernador Pampín 115  
3400 Corrientes, Argentina

### **Facundo Bordet**

Facultad de Ciencias de la Alimentación  
Universidad Nacional de Entre Ríos  
Mons. Tavella 1450  
3200 Concordia, Argentina  
Teléfono / fax: (54-345) 4231450  
E-mail: bordetf@fcal.uner.edu.ar

### **Fanny Busso**

Aguas Cordobesas. Laboratorio Central  
Calidad - ACSA  
Teléfono: (54-351) 4777382  
fbusso@aguascordobesas.com.ar

### **M. A. Bustamante**

Instituto Nacional del Agua (INA)  
Centro de Investigaciones de la Región  
Semiárida (CIRSA)  
Ambrosio Olmos 1142  
5000 Córdoba, Argentina

### **Gonzalo F. Caló**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación Para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA). Vieytes 3103  
7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 4748784 / 4102561  
Fax (54-223) 4757120  
E-mail: gcalo@fiba.org.ar

### **María Gabriela Cano**

Departamento Científico Fisiología, Facultad  
de Ciencias Naturales y Museo, UNLP  
Calle Paseo del Bosque s/n  
La Plata, Argentina  
Teléfono: (54-221) 425-7744/9161/6134  
Int. 128  
E-mail: mgcano@fcnym.unlp.edu.ar

### **María Cristina Cayetano**

Obras Sanitarias. Municipalidad de Concordia  
Facultad de Ciencias de la Alimentación  
Brown 1121. Concordia, Argentina  
Teléfono: (54-345) 431 1621

### **Luis Culaciati**

Laboratorios Aguas Bonaerenses S.A.  
Buenos Aires, Argentina  
Email: lculaciati@aguasbonaerenses.com.ar

**Leonardo Curatti**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación Para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA)  
Vieytes 3103. 7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 474-8257/410-2561  
Fax: (54-223) 475-7120  
E-mail: lcuratti@fiba.org.ar

**Leonardo Díaz Nieto**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación Para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA). Vieytes 3103  
7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 4748784 / 4102561  
Fax: (54-223) 4757120  
E-mail: ldiaznieto@fiba.org.ar

**Cecilia Di Risio**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Belgrano  
Buenos Aires, Argentina

**Mauro do Nascimento**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación Para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA). Vieytes 3103  
7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 4748784 / 4102561  
Fax (54-223) 4757120  
E-mail: maurodn@fiba.org.ar

**Ricardo O. Echenique**

Museo La Plata - Universidad Nacional de La  
Plata. Paseo del Bosque s/n 1900.  
La Plata, Argentina  
Teléfono: (54-221) 425-7744  
Fax: (54-221) 425-7527  
E-mail: rechen@fcnym.unlp.edu.ar

**Alicia Haydée Escalante**

Limnología – FCEyN  
Univ. Nac. de Mar del Plata  
Funes 3350  
7600 Mar del Plata, Argentina  
Email: aescalan@mdp.edu.ar

**Karina Soledad Esquiús**

Limnología – FCEyN  
Univ. Nac. de Mar del Plata  
Funes 3350

7600 Mar del Plata, Argentina  
Email: kesquiús@mdp.edu.ar

**Graciela Ferrari**

Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)  
Montevideo, Uruguay

**Omar A. Fioravanti**

Departamento Control del Recurso y SMCC  
Av. Figueroa Alcorta 6081  
1428 Buenos Aires, Argentina

**Noelia Foresi**

Instituto de Investigaciones Biológicas  
FCEyN - UNMdP . CONICET  
Funes 3250 4to nivel  
Teléfono: (54-223) 475-3030  
E-mail: npforesi@mdp.edu.ar  
noeliaforesi@hotmail.com

**L. N. Galanti**

CIBICI-CONICET  
Departamento de Bioquímica Clínica  
Facultad de Ciencias Químicas  
Universidad Nacional de Córdoba  
Medina Allende esq. Haya de la Torre  
Ciudad Universitaria  
5000 Córdoba, Argentina

**María José Galea**

Fac. Cs. Exactas y Naturales – UNLPam  
Uruguay 151  
6300 Santa Rosa, Argentina  
Teléfono: (54-2954) 430157-422026-425166  
Fax: (54-2954) 432535

**M. S. Gerpe**

Departamento de Ciencias Marinas  
Laboratorio Ecotoxicología  
FCEy N, Univ. Nac. de Mar del Plata  
Funes 3350  
7600 Mar del Plata, Argentina

**Leda Giannuzzi**

Centro de Investigación y Desarrollo en  
Criotecnología de Alimentos (CIDCA)  
Calle 47 y 116  
1900 La Plata, Argentina  
Teléfono: (54-221) 422-9278  
E-mail: leda@biol.unlp.edu.ar

**Marcelo Gomes Marçal Vieira Vaz**

Laboratório de Biologia Celular e Molecular  
(Ecologia Molecular de Cianobactérias)/Centro  
de Energia Nuclear na Agricultura  
(CENA)/Universidade de São Paulo  
(USP)/Piracicaba-São Paulo, Brasil.

E-mail: marcelo.vaz@ufv.br;  
marceloiano@gmail.com

**Inés González**

Instituto Nacional del Agua  
Centro de Investigaciones de la Región  
Semiárida  
Ambrosio Olmos 1142  
5000 Córdoba, Argentina

**María Carolina González,**

Laboratorio Central, AySA S.A.  
Av. Figueroa Alcorta 6081  
1428 Buenos Aires, Argentina  
E-mail: Carolina\_GONZALEZ@aysa.com.ar

**Gualberto González-Sapienza**

Departamento de Biociencias,  
Facultad de Química  
Universidad de la Republica  
Montevideo, Uruguay

**Natalia Soledad Gsponer**

Dpto. de Química, Facultad de Ciencias  
Exactas, Físico-Químicas y Naturales  
Univ. Nacional de Río Cuarto  
Agencia postal #3,  
5800 Río Cuarto, Argentina  
Teléfono: (54-358) 4676532  
Fax: (54-358) 4676233  
E-mail: ngpsoner@exa.unrc.edu.ar

**Maximiliano Guido**

Departamento Control del Recurso y SMCC  
Av. Figueroa Alcorta 6081  
1428 Buenos Aires, Argentina

**Silvana Halac**

Instituto Nacional del Agua  
Centro de Investigaciones  
de la Región Semiárida  
Ambrosio Olmos 1142  
5000 Córdoba, Argentina

**Victoria Patricia Jaramillo García**

Grupo de Investigación Biomédica y Biología  
Molecular, Universidad del Sinú  
Calle 38 Cr.1W Juan XXIII  
Montería, Colombia.  
Teléfono: (4) 7840340

**María de los Ángeles Kolman**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación Para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA). Vieytes 3103

7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 4748784 / 4102561  
Fax (54-223) 4757120  
E-mail: mkolman@fiba.org.ar

**Catalina Elena Kotlar**

Grupo de Investigación en Ingeniería en  
Alimentos (GIIA). Facultad de Ingeniería.  
Universidad Nacional de Mar del Plata  
Juan B. Justo 4302.  
7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 481-6600 int. 26  
E-mail: ckotlar@fi.mdp.edu.ar

**Francine Kuriama**

Engenharia de Edificações e Saneamento –  
Universidade Estadual de Londrina, Londrina  
PR Brasil.  
E-mail: franz\_zinha@yahoo.com.br

**Anabel Lamaro**

Departamento Científico Ficología,  
FCNyM, Universidad Nacional de La Plata  
Paseo del Bosque s/n  
1900, La Plata, Argentina.  
E-Mail: analamaro@fcnym.unlp.edu.ar

**Victor M. Llano**

FCEQyN, Univ. Nac. de Misiones  
Rivadavia 2370  
3300 Posadas, Argentina

**Valéria Magalhães**

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
CCS, B1 G, Av. Carlos Chagas Filho 373,  
Cidade Universitária  
Laboratório de Ecofisiologia e Toxicologia de  
Cainobacterias  
Rio de Janeiro, Brasil - Cep: 21.941-902  
Teléfono: (55-21) 2562-6647 ou 2562-6648  
Fax: (55-21) 2280-8193  
E-mail: valeria@biof.ufrj.br

**Norma Meichtry de Zaburlin**

FCEQyN, Univ. Nac. de Misiones  
Rivadavia 2370  
3300 Posadas, Argentina  
E-mail:meichtry4@hotmail.com

**Mirta L. Menone**

Departamento de Ciencias Marinas  
Laboratorio Ecotoxicología. FCEy N  
Univ. Nac. de Mar del Plata  
Funes 3350  
7600 Mar del Plata, Argentina

**Francesca Mitton**

Lab. de Ecotoxicología  
Fac. Cs. Exactas y Naturales  
Universidad Nacional de Mar del Plata  
Funes 3350  
7600 Mar del Plata Argentina  
Teléfono: (54-223) 4752426 int 455  
E-mail: franchimitton@gmail.com

**Adriana I. Morón**

Laboratorio Central AySA S.A  
Figueroa Alcorta 6081  
1428 Buenos Aires, Argentina

**Bárbara Neher**

Fac. Cs. Exactas y Naturales.  
UNLPam.  
Uruguay 151  
6300 Santa Rosa, Argentina  
Teléfono (54-2954) 430157-422026-425166  
Fax: (54-2954) 432535  
E-mail: barbaraneher@hotmail.com

**Carolina N. Nishi**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA). Vieytes 3103  
7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 4748784 / 4102561  
Fax (54-223) 4757120  
E-mail: cnishi@fiba.org.ar

**Patricia Olivera**

INA-CIRSA,  
Ambrosio Olmos 1142- 1º piso,  
5000 Córdoba, Argentina

**Juan C. Ortiz Márquez**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación Para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA). Vieytes 3103  
7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 4748784 / 4102561  
Fax (54-223) 4757120  
E-mail: jortizmarquez@fiba.org.ar

**Alejandro Otaegui**

Área de Ecología  
Comisión Técnica Mixta de Salto Grande  
Entre Rios, Argentina

**Silvia H. Otaño**

Laboratorio Central.  
Aguas de Corrientes S. A.  
Gobernador Pampín 115  
3400 Corrientes, Argentina  
E-mail: silviaotano@gmail.com

**Macarena Perez Cenci**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación Para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA). Vieytes 3103  
7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 4748784 / 4102561  
Fax (54-223) 4757120  
E-mail: mperezcenci@fiba.org.ar

**Macarena Pirez**

Cátedra de Inmunología, Facultad de Química,  
Universidad de la República.  
General Flores 2124  
Montevideo, Uruguay  
Teléfono: (59-82) 9241806  
Fax: (59-82) 9241906  
E-mail: macapirez@yahoo.com

**Mónica Pose**

Cátedra de Ecología, Asentamiento  
Universitario de San Martín de los Andes,  
Universidad Nacional del Comahue,  
Pasaje de la Paz 235  
8370 San Martín de los Andes, Argentina  
Teléfono: (54-2972) 427618  
E-mail: monpose@yahoo.com.ar

**Silvina Quintana**

Laboratorio de Biología Molecular  
Fares Taie Instituto de Análisis  
Rivadavia 3331 - Mar del Plata  
Teléfono: (54-223) 475-3855 al 58 int. 134  
E-mail: biologiamolecular@farestaie.com.ar

**Cleiton Inácio Ramos**

Universidade Estadual de Londrina – UEL  
Centro de Ciências Agrárias – CCA  
Departamento de Ciência e Tecnologia de  
Alimentos – DCTA  
Rod. Celso Garcia Cid PR445 Km380  
Campus Universitário. Cx Postal 6001 CEP  
86051-990  
Teléfono: (55-43) 33714575  
E-mail: cleitoninacioramos@hotmail.com

**Natalia K. Rigamonti Amorin**

Departamento de Microbiología  
Instituto de Investigaciones Biológicas  
Clemente Estable (IIBCE)

Avenida Italia 3318, Montevideo, Uruguay.  
Teléfono: (598) 2 4871616  
Fax: (598) 2 4875461  
E-mail: natalia@iibce.edu.uy  
natalia\_rigamonti@hotmail.com

**María Inés Rodríguez**

Instituto Nacional del Agua  
Area de Limnología y Calidad de Agua  
Centro de Investigaciones  
de la Región Semiárida  
Ambrosio Olmos 1142  
Córdoba, Argentina,  
Teléfono: (54 351) 4683015  
E-mail: mirodriguez@ina.gov.ar

**Nancy Román**

Laboratorio Central  
Aguas de Corrientes S. A.  
Gobernador Pampín 115  
3400 Corrientes, Argentina.

**Ricardo Rosales**

Obras Sanitarias Municipalidad de Concordia  
Facultad de Ciencias de la Alimentación  
Brown 1121  
Concordia, Argentina  
Teléfono: (54-345) 431 1621  
E-mail: rosalesrj@arnet.com.ar

**Lorena Rosso**

Laboratorio de Toxicología General  
Fac. Ciencias Exactas  
Univ.Nac. de La Plata  
1900 La Plata, Argentina

**Ana Laura Rubial Conti**

Instituto Nacional del Agua  
Centro de Investigaciones  
de la Región Semiárida  
Ambrosio Olmos 1142  
5000 Córdoba, Argentina  
Dirección actual:

University of Western Australia  
School of Earth and Environment. Faculty of  
Natural Science and Agronomy. Centre of  
Excellence for Ecohydrology. School of  
Environmental System Engineering.  
E-mail: alrc71@gmail.com

**Márcia Ruiz,**

Instituto Nacional del Agua  
Centro de Investigaciones  
de la Región Semiárida  
Ambrosio Olmos 1142  
5000 Córdoba, Argentina  
Email: mruiz@ina.gov.ar

**Carolina Sada**

Instituto Nacional del Agua  
Centro de Investigaciones  
de la Región Semiárida  
Ambrosio Olmos 1142, 1° piso  
5000 Córdoba, Argentina

**S. E. Sala**

Departamento Científico Fisiología,  
FCNyM, Universidad Nacional de La Plata  
Paseo del Bosque s/n  
1900, La Plata, Argentina.

**Graciela Salerno**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación Para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA)  
Vieytes 3103. 7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 474-8257/410-2561  
Fax: (54-223) 475-7120  
E-mail: gsalerno@fiba.org.ar

**Cecilia I. Sánchez**

Cátedras Microbiología Agrícola y Química  
General. Fac. de Cs. Agropecuarias.  
Universidad Nacional de Entre Ríos. Ruta 11  
km 10.  
3101 Oro Verde, Argentina.  
Teléfono: (54-0343) 4975075 int. 123.  
E-mail: cecilias@fca.uner.edu.ar

**Daniela Sedán**

Laboratorio de Toxicología General,  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Universidad Nacional de La Plata.  
CIDCA-CCT- UNLP - CONICET  
Calle 47 y 116  
1900 La Plata, Argentina.  
Teléfono: (54-221) 4229278  
E-mail: danielasedan@yahoo.com.ar

**Daniel Sienna**

Laboratorio de Calidad Ambiental,  
Departamento de Desarrollo Ambiental  
Intendencia Municipal de Montevideo,  
Montevideo, Uruguay

**María L. Silva**

Laboratorio Central AySA S.A  
Figueroa Alcorta 6081  
1428 Buenos Aires, Argentina

**Macarena Simoens**

Departamento de Toxinas Naturales  
Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)  
Montevideo, Uruguay  
E-mail: msimoens@latu.org.uy

**Hortência de Sousa Barroso**

Lab. de Ecología Microbiana e Biotecnologia  
(LemBiotech)  
Depto. de Biología, Bl. 909, Universidade  
Federal do Ceará,  
CEP: 60455-760, Fortaleza-Ceará, Brasil.  
E-mail: hortenciasb@yahoo.com.br

**María Emilia Vidal Domínguez**

Centro de Investigaciones Biológicas  
Centro de Estudios de Biodiversidad y  
Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP)  
Fundación Para Investigaciones Biológicas  
Aplicadas (FIBA). Vieytes 3103  
7600 Mar del Plata, Argentina  
Teléfono: (54-223) 4748784 / 4102561  
Fax (54-223) 4757120  
E-mail: mariavidaldom@fiba.org.ar

**Juan C. Vuolo**

AySA S.A  
Av. Figueroa Alcorta 6081  
1428 Buenos Aires, Argentina

**Paula Verónica Weigand**

Limnología - FCEyN – UNMdP  
Funes 3350.  
7600 Mar del Plata, Argentina  
E-mail: pweigand@mdp.edu.ar

**Valeria Willers**

Dirección de Salud Ambiental. Secretaria de  
Salud. Berwyn 226  
9100 Trelew, Argentina  
Teléfono - Fax. (54-2965) 421011  
E-mail: valeriawillers@gmail.com

**Daniel A. Wulderlin**

Secretaría de Ciencia y Técnica-ISIDSA  
Universidad Nac. de Córdoba  
Av. Juan Filloy s/n  
Ciudad Universitaria  
5000 Córdoba, Argentina

## **CRONOGRAMA GENERAL**

### **Jueves / Quinta-feira, 23 de Septiembre**

15:30 – 16:00 Apertura (G. Salerno).

**16:00 - 17:30 Mesa Redonda: Panorama actual de ocurrencia de floraciones cianobacterianas. Moderador: G. Salerno**

16:00 – 16:30 Introducción y Floraciones en Argentina (R. Echenique)

16:30 – 16:50 Floraciones en Brasil (V. Magalhães)

16:50 – 17:10 Floraciones en Uruguay (B. Brena)

**17:10 – 17:30 *Café***

17:30 – 17:50 Panorama actual en España (M.L. Peleato)

17:50 – 18:10 Discusión

**18:10 – 19:20 Presentación de casos – Identificación y Monitoreo. Moderador: L. Curatti**

18:10 – 18:20 1.-Cianobacterias tóxicas en el Río Uruguay (S. Otaño, C. Bogarín, N. Román)

18:20 – 18:30 2.-Cianobacterias tóxicas en el Embalse Yacyretá (N. Meichtry de Zaburlin)

18:30 – 18:40 3.-Floraciones de cianofíceas en el Embalse Salto Grande (F. Bordet, A. Otaegui)

18:40 – 18:50 4.-Floraciones de cianobacterias en ambientes acuáticos pampeanos (P. Wiegand, K.S. Esquiús, A. Escalante)

18:50 – 19:00 5.-Floraciones algales en la Provincia de La Pampa (S. Alvarez, G. Bazán)

19:00 – 19:10 6.-Monitoreo de floraciones con sensores remotos (A. Lamaro)

19:10 – 19:20 9.-Uso de fluorimetría como herramienta de monitoreo (M.C. González)

19:20 – 19:35 Ronda de preguntas

## Viernes / Sexta-feira, 24 de Septiembre

### **8:45 – 10:00** Presentación de casos – Toxicología. Moderador: R. Echenique

- 8:45 – 9:00 14.-Exposición recreacional: Un caso clínico (D. Andrinolo)
- 9:00 – 9:10 15.-Cianotoxinas y bioacumulación en tejidos de pejerrey (M.V. Amé)
- 9:10 – 9:20 16.-Biomarcadores de microcistinas (D. Sedan)
- 9:20 – 9:30 17.-Evaluación de toxicidad en plantas potabilizadoras (N. Román)
- 9:30 – 9:40 18.-Determinación de microcistinas (S. Ardanaz)
- 9:40 – 9:50 20.-Microcistina LR en Uruguay (M. Simoens)
- 9:50 – 10:00 Ronda de preguntas

### **10:00 – 10:30** *Café*

### **10:30 – 10:40** Presentación de casos – Manejo de floraciones y Tratamiento de aguas. Moderador: L. Giannuzzi

- 10:30 – 10:40 24.- Manejo en el Embalse de San Roque (M.I. Rodríguez, M. Ruiz)
- 10:40 – 10:50 26.-Acción del cloro y carbón activado en remoción en agua potable (R. Rosales)
- 10:50 – 11:00 27.-Evaluación sensorial y Ensayos con carbón activado (C. Bogarin)

### **11:00 – 13:30** Trabajo en grupos por áreas temática

### **13:30 – 15:00** *Almuerzo*

### **15:00 -18:30** Trabajo en grupos por áreas temáticas (continuación).

- 18:30 – 19:00 Puesta en común de conclusiones preliminares

## Sábado / 25 de Septiembre

### **8:30 – 9:30** Elaboración de conclusiones finales de los Talleres de Trabajo

### **9:30 – 10:00** *Café*

- 10:00 – 12:00 Presentación de conclusiones y discusión general

### **12:00** Despedida

## PANORAMA ACTUAL DE LAS FLORACIONES Y SITUACIÓN EN ARGENTINA

Ricardo Omar Echenique<sup>1</sup>, Anabella Aguilera<sup>1</sup>, Darío Andrinolo<sup>2-3</sup> y Leda Giannuzzi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> División Científica Ficología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata / Comisión de Investigaciones Científicas (Bs. As.), Argentina. <sup>2</sup> Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA) Universidad Nacional de La Plata, Argentina. <sup>3</sup> Toxicología y Química Legal. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata

El constante incremento de la población humana trae como consecuencia un aumento de actividades que ejercen su impacto sobre los limnotopos, provocando deterioro. Muchas de estas actividades fuerzan los sistemas acuáticos incorporando excesos de nutrientes y materia orgánica, alterando las condiciones originales, iniciándose los procesos de enriquecimiento, favoreciendo el desarrollo masivo de poblaciones algales planctónicas (floraciones o “blooms” algales). Este enriquecimiento (eutrofización artificial o “eutrofización cultural”), trae aparejada la disminución de la calidad del agua para la fauna y flora asociadas lo que conlleva, a una disminución de la biodiversidad. Con relación al hombre, los procesos de eutrofización son un verdadero problema, por el deterioro paisajístico de los cuerpos de agua; por el incremento en los costos de potabilización del agua y la consecuente disminución de la calidad del agua asociada a graves problemas sanitarios.

Si bien el reconocimiento masivo de los fenómenos de eutrofización se inició aproximadamente en la década de 1950, recién en la década del 90 comenzaron a asociarse con la proliferación masiva de Cyanobacteria planctónicas, en muchos casos productoras de sustancias nocivas de diversa naturaleza química (geosmina y/o el metilisorboreol y cianotoxinas)

En muchas ocasiones, dada la potencial capacidad de muchos representantes del grupo de sintetizar metabolitos tóxicos, las floraciones de cianobacterias se asocian con eventos de toxicidad. Dichos metabolitos - hepato, neuro y/o dermatotóxicos- producen serios efectos negativos al ser liberados al ambiente.

La primera referencia mundial relacionada con aspectos tóxicos de cianobacterias en ambientes acuáticos continentales se refiere a la mortandad de animales asociados al lago Alexandrina (Australia), donde se desarrollaba una floración de *Nodularia spumigena*.

Desde ese momento y, principalmente en las últimas décadas, el registro de sucesos similares se ha incrementado a nivel mundial tanto en el número de especies responsables como frecuencia, intensidad y extensión geográfica.

Las intoxicaciones de poblaciones humanas por ingesta de agua contaminada cianotoxinas han sido descriptas, en países como Australia, Inglaterra, China y Sudáfrica.

La exposición a dosis subletales de cianotoxinas resulta de alto riesgo para la salud, ya que alguna de ellas, las microcystinas han sido mencionadas como promotoras de tumores cancerígenos a nivel hepático (Falconer, 1998).

El primer registro de muertes humanas causadas por cianotoxinas ocurrió en 1996, en una clínica de la ciudad de Caruaru (Brasil). En esa ocasión, de 130 pacientes renales crónicos, luego de ser sometidos a sesiones de hemodiálisis, aproximadamente 60 pacientes fallecieron por hepatotoxicosis ocasionadas por microcystinas

En Argentina, el primer evento cianotóxico documentado, se remonta a 1944 en la laguna Bedetti (Santo Tomé, Santa Fe). Tras la ingesta de agua en la que se estaba desarrollando una floración de una especie de *Anabaena*, murieron aproximadamente 1000 patos de granja y una serie de animales silvestres.

En 1954, en la laguna del Monte (Buenos Aires) se produjo una importante mortandad de peces asociada a una floración mixta de *Microcystis flos-aquae*, *Anabaena circinalis* y *A. inaequalis*.

En 1981, se produjo la mortandad de 72 vacas en Goyena (Buenos Aires). Las muertes ocurrieron por la ingesta de una hepatotoxina. Considerando que las vacas murieron luego de beber agua de un charco donde se desarrollaba una floración de *Microcystis aeruginosa*, el compuesto responsable habría sido una microcystina.

Ya en el siglo 21, los estudios asociados a trastornos generados por Cyanobacteria y sus toxinas se han incrementado sustancialmente. Entre otros, los llevados a cabo por los miembros de nuestro grupo de trabajo. Entre otros, destacamos:

**1.- Monitoreo de *Cyanobacteria* toxígenas en la cuenca del Río Limay.** Este trabajo se lleva a cabo en conjunto con los miembros de la AIC, desde 1995 y el objetivo es evaluar la densidad de las poblaciones de especies cianotóxicas, y en base a un sistema de alertas advertir en momentos críticos a las empresas potabilizadoras de la región del norte patagónico;

**2.- Evaluación de alteraciones en la calidad del agua potable en Bahía Blanca.** Importantes flóculos se observaron durante el 2000, en el agua de red, asociados a olores y sabores desagradables. Los estudios determinaron que los flóculos estaban generados por ineficiente funcionamiento de las plantas potabilizadoras y que estaban compuestos por sedimentos y restos de *Microcystis aeruginosa* y *Anabaena circinalis*. Esta última especie suele generar geosmina, metabolito presente en el agua de red que alteraba sus características organolépticas.

**3.- Presencia de *Cyanobacteria* en el Lago Fagnano (Tolhuin, Argentina).** Desde 2002 hasta el 2004, se analizó la presencia de especies cianotóxicas en distintos sectores de la red de abastecimiento de agua potable. Se detectó la presencia de *Snowella lacustres* y en función de su dinámica poblacional se diseñó una nueva planta de potabilización.

**4.- *Microcystis aeruginosa* en el estuario del Río de la Plata.** Desde fines de 2003 se analizó la presencia de floraciones de *M. aeruginosa* en la zona próxima a Punta Lara (Ensenada, Buenos Aires). Los primeros estudios permitieron determinar que las poblaciones estudiadas producían microcystinas. Posteriormente, se analizó la posible transferencia de esta toxina a través de la red de abastecimiento de agua potable a las ciudades de La Plata y Ensenada. En este caso pudo observarse en distintos puntos de las ciudades, la presencia de microcystina, en algunos casos, en concentraciones superiores a los valores guías sugeridos por la Organización Mundial de la Salud.

Otros trabajos llevados a cabo por este grupo de trabajo fueron, entre otros, la evaluación de especies cianotóxicas en una banquina en la localidad de Pila (Bs. As.), análisis de la influencia de floculantes en poblaciones de *Cyanobacteria* en mesocosmos y el estudio de *Cyanobacteria* y cianotoxinas en el embalse Salto Grande y la posible transferencia al agua potable de la ciudad de Concordia, Entre Ríos.

## **PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL MONITOREO SOSTENIDO DE CIANOBACTERIAS Y MICROCISTINAS EN EL RÍO DE LA PLATA, MONTEVIDEO**

Macarena Pirez<sup>1,2</sup>, Daniel Sienna<sup>3</sup>, Graciela Ferrari<sup>4</sup>, Gualberto González-Sapienza  
y Beatriz M. Brena<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Bioquímica, Departamento de Biociencias, Facultad de Química, Universidad de la Republica, Montevideo, Uruguay. <sup>2</sup> Cátedra de Inmunología, Departamento de Biociencias, Facultad de Química, Universidad de la Republica, Montevideo, Uruguay. <sup>3</sup> Laboratorio de Calidad Ambiental, Departamento de Desarrollo Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo, Uruguay. <sup>4</sup> Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), Uruguay

Las cianobacterias han adquirido amplia visibilidad en los últimos años siendo progresivamente incorporadas a la conciencia pública como factores de riesgo para la salud tanto en agua potable como recreacional. La importancia del fenómeno en las playas de Montevideo impulsó el desarrollo de un monitoreo sistemático que, a partir del año 2003 incorpora también la determinación de microcistinas, toxinas producidas por *Microcystis*, género predominante en dichas floraciones. El monitoreo incluye el recuento e identificación de cianobacterias y utiliza la clorofila *a* como indicador global de la presencia de fitoplancton. La determinación de microcistinas se realiza mediante un inmunoensayo de amplia especificidad para las diferentes variantes de microcistinas, desarrollado localmente, que ha sido validado y por su bajo costo ha permitido su intensa y sostenida utilización. Los resultados aportan datos relevantes para la caracterización del cuerpo de agua en el espacio y en el tiempo y permiten realizar la evaluación de riesgos para la salud de los bañistas y el ecosistema. Si bien prácticamente todas las floraciones estudiadas fueron tóxicas (con valores de hasta 30.000 µg/L) se destaca la importancia de disponer de un método sencillo y costo efectivo para determinar microcistinas ya que la toxicidad resultó altamente variable como lo muestran las oscilaciones de la relación microcistinas/ clorofila o microcistinas/células en diferentes temporadas y situaciones. En algunos casos se ha observado una tendencia hacia mayor toxicidad hacia el final de la temporada estival, cuando se puede esperar que las floraciones estén en un proceso de senescencia y la toxina comienza a liberarse al medio.

Dadas las características del Río de la Plata y la ubicación de Montevideo en el frente de salinidad, las floraciones son muy dinámicas caracterizándose por una gran variabilidad en su frecuencia y permanencia, cuyas causas estamos comenzando a identificar. La frecuencia de floraciones en Montevideo está asociada con elevadas precipitaciones y flujo en la cuenca del Río Uruguay, lo que sugiere que las mismas provienen de las acumulaciones en las numerosas represas de la cuenca, alcanzando nuestras costas cuando son arrastradas por las lluvias. Por esta razón se observa que la aparición de floraciones está muy incrementada en los años con el fenómeno de El Niño y son poco relevantes o inexistentes en La Niña.

Con el fin de disponer de un criterio simple y aplicable en tiempo real para evaluar el riesgo sanitario de las floraciones “in situ”, el monitoreo se realiza en base a una clasificación visual de las mismas en tres categorías: 1) ausencia de colonias visibles 2) presencia de colonias de cianobacterias dispersas y 3) espuma cianobacteriana. Los resultados demuestran alto valor predictivo de la observación visual, notoriamente mayor que el recuento de células cianobacterianas y la clorofila cuya baja especificidad determina una alta frecuencia de falsos positivos llevando a una alarma no justificada en relación a la toxicidad.

## **CIANOBACTERIAS TÓXICAS DEL RÍO URUGUAY: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y PRODUCCIÓN DE METABOLITOS**

Silvia H. Otaño, Cinthia G. Bogarin y Nancy Román

Laboratorio Central. Aguas de Corrientes S. A. Gobernador Pampín 115, 3400 Corrientes, Argentina.  
E-mail: silviaotano@gmail.com

Muchas especies de Cianobacterias son bien conocidas como formadoras de floraciones algales, las cuales pueden producir olores y sabores desagradables y otras sustancias nocivas para la salud humana cuando el agua es utilizada como fuente de agua para consumo humano o para actividades recreativas. El objetivo de este estudio fue identificar y cuantificar las especies potencialmente tóxicas presentes en el Río Uruguay, fuente de agua para consumo humano para las localidades de Santo Tomé, Paso de Los Libres y Monte Caseros. Se recolectaron diariamente y semanalmente muestras de agua superficiales durante los años 2008 y 2009. Los análisis de fitoplancton fueron realizados de acuerdo a la metodología de la APHA. Se efectuaron además análisis para la detección de microcystinas, saxitoxinas y cylindrospermopsina mediante la técnica de ELISA, análisis de anatoxina-a por LC/MS, y geosmina y 2-metilisoborneol por GC/MS. Se observó la presencia de *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis wesenbergii*, *Sphaerocavun brasiliense*, *Oscillatoria cf annae*, *Aphanizomenon schindleri*, *Cuspidothrix issatschenkoi*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Dolichospermum reniforme*, *Dolichospermum planctonicum* y *Dolichospermum spiroides*. *Dolichospermum reniforme* es citado por primera vez en Argentina. Se registraron floraciones algales durante el verano-otoño de 2008 y 2009, siendo *A. schindleri*, *D. spiroides* and *C. raciborskii* las especies más abundantes. Los análisis de toxinas mostraron valores máximos de microcystinas de 0,6 µg/L, de saxitoxinas de 0,31 µg/L, y de anatoxina-a de 0,055 µg/L. Se observaron picos de geosmina de 463 ng/L en 2008 y de 110ng/L en 2009, y valores de 2-MIB de menos de 5 ng/L en 2008. Las especies detectadas son capaces de producir microcystinas, anatoxina-a, cylindrospermopsina, saxitoxinas, y beta-metilamino-L-alanina (BMAA). La presencia en forma recurrente de una gran diversidad de especies potencialmente tóxicas, muchas de ellas registradas en altas concentraciones, y la detección de toxinas y olores desagradables, establece la necesidad de extender la implementación de monitoreos y control de la calidad del agua, y la optimización de los sistemas de potabilización hacia otras fuentes de agua y plantas potabilizadoras de la región.

Palabras-clave: cianobacterias - Río Uruguay - metabolitos.

## **ANÁLISIS DEL FITOPLANCTON Y CIANOBACTERIAS EN EL EMBALSE YACYRETA A GRAN ESCALA ESPACIAL Y TEMPORAL**

Meichtry de Zaburlin, N. y V. M. Llano

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, FCEQyN-UNaM, Rivadavia 2370, CP 3300  
Posadas, Misiones, Argentina. E-mail: meichtry4@hotmail.com

El embalse Yacyretá ubicado en el río Alto Paraná (27° 28'S y 56° 44'O), entre Argentina y Paraguay, posee una superficie de 1330 km<sup>2</sup> y un bajo tiempo de residencia del agua. El llenado del lago fue gradual, no lográndose aún la cota definitiva, en julio de 1994 se alcanzó la cota de 76 msnm y en abril de 2006, de 78 msnm. Desde la formación del embalse, el Programa Calidad de Agua de la Entidad Binacional Yacyretá (EBY) y la FCEQyN realizaron monitoreos sistemáticos de parámetros físicos, químicos y biológicos. Para este trabajo se utilizaron datos de 14 años y 10 estaciones para describir los patrones temporales y espaciales de la composición y densidad del fitoplancton, con énfasis en cianobacterias, en relación a las variables ambientales y a los cambios ocurridos en la cuenca. El embalse se caracterizó por una mezcla continua, distribución homogénea de la temperatura, oxígeno disuelto y baja conductividad. Durante los primeros años de colonización se registró un aumento del número de especies, diversidad, densidad del fitoplancton y cambios en la dominancia. Las algas de pequeño tamaño, Cryptophyceae, reemplazaron a las diatomeas en la dominancia. A partir de la estabilización del lago, 2001, se observó una disminución de la densidad, diversidad y riqueza, coincidentes con el aumento de la transparencia y disminución de la concentración de fósforo. Estos cambios, estuvieron relacionados a la alteración del régimen de descarga por el cierre de embalses construidos aguas arriba, en territorio brasileño. La creciente anual del Paraná Superior fue prácticamente perdida por la regulación de su flujo (cascada de embalses), lo que contribuyó también al incremento de estas algas, sumado al acelerado aumento del área de siembra y del uso de fertilizantes en la alta cuenca. En los últimos años se produjo un aumento de la densidad y frecuencia de aparición de floraciones de cianobacterias toxigénicas, especialmente *Microcystis aeruginosa*. La densidad más elevada se registró en el verano-otoño de 2004 y 2005 en áreas con mayor tiempo de residencia, estabilidad de la columna de agua, alta transparencia y baja turbidez. Estos eventos fueron recurrentes, tuvieron mayor magnitud durante períodos de estiaje, sequía, con altas temperaturas y un importante ingreso de cianobacterias de aguas arriba. En relación a estos hechos, la EBY estableció un programa de vigilancia permanente, incrementando la frecuencia y número de estaciones de muestreo, a fin de controlar la evolución de sus poblaciones en el tiempo.

Trabajo realizado con el apoyo financiero de la Entidad Binacional Yacyretá, Convenio EBY-FCEQyN, UNaM.

## **MONITOREO EMERGENCIA DE FLORACIÓN DE CIANOFÍCEAS: ÁREAS RECREATIVAS-EMBALSE DE SALTO GRANDE. PERÍODO 2007-2009**

Facundo Bordet<sup>1</sup> y Alejandro Otaegui<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Alimentación. Universidad Nacional de Entre Ríos. Mons. Tavella 1450. Concordia. Entre Ríos. Teléfono: +54 345 423 1440. E-mail: hfbbio@hotmail.com.

<sup>2</sup> Área de Ecología (A. Ecol). Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM-SG).

El presente informe representa el trabajo de vigilancia periódica y programada en la región, del control de la calidad del agua durante la época estival, a través de un Monitoreo de las Floraciones de Cianofíceas en Áreas Recreativas del Embalse de Salto Grande durante el periodo 2007-2009. La información utilizada corresponde a los datos obtenidos durante el período mencionado. La información suministrada tiene utilidad, como una mirada sintética de las diferentes afectaciones del crecimiento excesivo de cianofíceas en zonas de interés público.

El Área Ecología (AEcol. C.T.M.S-G), realizó muestreos que abarcaron estaciones en Áreas Recreativas (playas), de alto interés turístico y sanitario; y estaciones de Embalse (brazos y cauce principal). El periodo de estudio comprendió Dic2007 a Abril 2009, solo en época estival del año. La información obtenida consistió en valores de densidad de cianofíceas (cél/ml), para especies dominantes, según estudios de referencia: *Microcystis* sp, y *Anabaena* sp; composición fito y zooplanctonica, concentración de Clorofila "a", Feofitina "a" y factores físicos y químicos. Los análisis químicos y biológicos se realizaron en los laboratorios del Área Ecología de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande.

Las estaciones de muestreo seleccionadas fueron 13 (trece), ubicadas en la zona de Áreas Recreativas del embalse y estaciones de embalse (brazos y cauce principal). La frecuencia de los muestreos fue semanal. El muestreo de fitoplancton constituyo en muestras de superficie (0,50 m). La determinación de la densidad se realizó con microscopio invertido utilizando cámaras de sedimentación de 1, 2, y 5 ml (según Utermöhl, en Hasle, 1978) y con cámaras de Neubauer. En las muestras cualitativas, la observación del material se realizó en microscopio óptico común. Los organismos zooplanctónicos observados fueron los capturados junto al fitoplancton.

La comunidad fitoplactonica presentó en las estaciones de Áreas Recreativas del embalse Salto Grande una distribución cualitativa y cuantitativa heterogénea. Se observó una dominancia de cianofíceas en época estival con una nula a significativa presencia de otras clases de algas planctónicas, desde el inicio del periodo de estudio.

Cuantitativamente, estuvo a cargo de Cyanophyta, en la mayoría de los puntos de muestreo y en la mayor parte del periodo de estudio, las cuales desarrollaron importantes floraciones, con identificada toxicidad, como *Microcystis* sp. y *Anabaena* sp. (AEcol-CTMSG, 2005, 2006). Alcanzando densidades promedios (cél/ml), y concentraciones de microcistina ( $\mu\text{g/l}$ ), sin antecedentes en trabajos previos. Las variaciones en el fitoplancton se registraron espacial- como temporalmente. Se observó un estado constante de perturbación de las condiciones ambientales del embalse, reflejado en los registros de los parámetros físicos y biológicos.

Palabras clave: floraciones, cianofíceas, vigilancia, afectaciones, Salto Grande

## **BLOOMS DE CIANOBACTERIAS: ALGUNOS EPISODIOS EN AMBIENTES ACUÁTICOS PAMPEANOS**

Paula V. Weigand, Karina S. Esquiús y Alicia H. Escalante

Laboratorio Limnología – Depto. Biología – FCEyN – UNMdP – CONICET  
Funes 3250, 7600 Mar del Plata, Argentina

Las cianobacterias fueron designadas durante mucho tiempo como cianofitas (*Cyanophyta*, literalmente *plantas azules*) o cianofíceas (*Cyanophyceae*, literalmente *algas azules*), castellanizándose como algas verdeazuladas. Cuando se descubrió la distinción entre célula procariota y eucariota se constató que éstas son las únicas algas procariotas, y el término cianobacteria empezó a ganar preferencia. Las cianobacterias son microorganismos cuyas células miden sólo unos micrometros ( $\mu\text{m}$ ) de diámetro, siendo más grandes que otras bacterias. Por esta razón es que, a pesar de ser bacterias, generalmente son incluidas y estudiadas como integrantes del fitoplancton. Dan lugar a formaciones típicas conocidas como floraciones o *blooms*, fenómeno frecuente en ambientes lénticos (lagos, lagunas, embalses, charcas) durante la estación de verano, con aspecto de capa de pintura sobre la superficie del espejo de agua.

Las altas temperaturas del período estival pueden inhibir el proceso de fotosíntesis, por lo que las cianobacterias no descienden en la columna de agua, acumulándose en la superficie. Allí mueren y eliminan sustancias, con olor característico a gamexane, que resultan tóxicas, en mayor o menor grado, para otros grupos algales, para el zooplancton y son las responsables de varios episodios conocidos de mortandad de vertebrados (peces, así como ganado y otros animales que beben de las aguas afectadas por el *bloom*) por ingestión de cianobacterias concentradas en la orilla por acción del viento.

Estas proliferaciones en masa ocurren en aguas ricas en nutrientes, aunque se han reportado unos pocos casos en lagos oligotróficos. Resultan muy antiestéticas e indeseables en aguas recreacionales, ya que cambian el aspecto del agua y causan turbidez. Se incluye una gran variedad de géneros y especies, algunas de las cuales producen toxinas muy específicas y otras producen un espectro más o menos amplio de tóxicos. Los géneros más frecuentemente implicados en floraciones son *Microcystis*, *Anabaena* y *Aphanizomenon*.

Se presentará el trabajo llevado a cabo por el grupo de investigación en la Laguna de Los Padres que, de acuerdo a observaciones personales, permanece en una etapa de “aguas oscuras” desde Septiembre de 2005, con ausencia de macrófitas y frecuentes floraciones de *Anabaena aphanizomenoides* Forti. Se describirán además episodios de floraciones en lagunas naturales y artificiales detectados a raíz del asesoramiento técnico solicitado por el Poder Judicial de la Provincia de Buenos Aires en un caso; la Facultad de Ciencias Veterinarias de Tandil en otro y la Secretaría de Producción de la Municipalidad de la ciudad de Puán en el tercero al Laboratorio de Limnología, perteneciente al Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

## REGISTRO DE FLORACIONES ALGALES EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA, ARGENTINA

Susana Beatriz Alvarez y Graciela Inés Bazán

<sup>1</sup>Fac. Cs. Exactas y Naturales. UNLPam. Uruguay 151. Santa Rosa, La Pampa  
E-mail: sbalvarez@exactas.unlpam.edu.ar

Las lagunas pampeanas pueden caracterizarse como lagos someros, con tiempo de permanencia del agua y salinidad altamente variables, naturalmente eutróficos y bajo estrés ambiental incrementan su natural contenido de nutrientes.

Estas características favorecen la aparición de floraciones superficiales que pueden presentarse en forma espontánea, por lo general en pocas horas y cuya observación casual no muestra la presencia masiva de los organismos que la producen.

La rápida aparición del bloom, asociado a condiciones de calma y reducida turbulencia del agua, es el resultado de la migración hacia arriba de una población preexistente dispersa (Reynolds, 1971) como también de un acelerado proceso de crecimiento y desarrollo. Es importante destacar que el predominio de una especie no siempre es proporcional a la biomasa original de la población preexistente (Roderick & Ganf, 2000).

En la Provincia de La Pampa el primer registro respecto a este tópico es el señalado por Khüneman (1966) que cita una floración algal para la Laguna Don Tomas (Dpto. Capital).

En 1992 se detectó la floración de *Oscillatoria prolifica* en la laguna La Arocena de General Pico (Dpto. Maracó), situación que se repitió en 1997, sin datos sobre efectos tóxicos. Para la misma laguna, en agosto de 2007 se registró una floración de *Planthotrix agardhii* con mortandad de peces. Actualmente continúa en floración dicha especie pero sin mortandad de especies.

La incorporación de servicios a terceros, por parte de la UNLPam, derivó en estudios bioecológicos como los realizados en lagunas del este de la provincia (1989-1990) que involucraron la mortandad de aves silvestres acuáticas, donde si bien la especie presente fue *Microcystis aeruginosa*, se determinó que la causal de la muerte de la biota fue la presencia de *Clostridium botulinum* tipo C.

Desde 1996 a 2000 se estudió el Bajo Giuliani (Dpto. Capital), efectuándose el análisis de la dinámica de una floración de *Microcystis flos-aquae*, *Arthrospira platensis* var. *non constricta* y *Anabaenopsis arnoldii* (Alvarez *et al.* 2000).

En diversas oportunidades se ha brindado Servicios a la Dirección de Recursos Naturales de la Pcia. de La Pampa, entre ellos en enero de 2004 frente a una gran mortandad de peces en la Laguna Bajo Giuliani, donde las algas determinadas no se encontraban en floración.

En el servicio de asesoramiento solicitado por la Dirección de Recursos Hídricos de la Pcia. de La Pampa frente a la mortandad imprevisible de cisnes de cuello negro en la Laguna Urre-Lauquen (Dpto. Lihue Calel) en agosto de 2004, se determinaron numerosas algas, no identificándose especies productoras de toxinas.

Por último, se han realizado numerosos estudios en la Laguna Don Tomás en respuesta a la solicitud de la Municipalidad de Santa Rosa ante la mortandad de peces y aves acuáticas en diversas temporadas (2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). Estas investigaciones condujeron a la identificación de *Planthotrix. agardhii*, como formadora de una persistente floración y causante de tales mortandades. En la actualidad continúa en floración con la misma especie pero sin registros de muertes.

## **EMPLEO DE SENSORES REMOTOS EN EL MONITOREO DE FLORACIONES ALGALES EN CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES**

A. A. Lamaro<sup>1</sup>, S. E. Sala<sup>1</sup>, M. Ruiz<sup>2</sup>, M. Inés Rodríguez<sup>2</sup> y M. A. Bustamante<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento Científico Ficología, FCNyM, UNLP, Paseo del Bosque s/n, C.P. 1900, La Plata, Argentina. [analamaro@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:analamaro@fcnym.unlp.edu.ar). <sup>2</sup> INA-CIRSA. Ambrosio Olmos 1142. C.P. 5000, Córdoba, Argentina

Las imágenes satelitales son una herramienta para el monitoreo de floraciones algales ya que brindan información sobre regiones no visibles del espectro y permiten obtener datos digitales para la generación de modelos cuantitativos. Además, dada la existencia de un gran registro de datos a partir de 1972 (Serie Landsat) es posible utilizar información de campo histórica y hacer estudios integrales multitemporales. Para ambientes marinos se dispone de satélites con sensores diseñados para la detección de clorofila. Sin embargo, su resolución espacial (entre 250 y 1000 metros) restringe su uso a grandes masas de agua. Contrariamente, para ambientes continentales, hay sensores con una adecuada resolución espacial, pero cuya resolución espectral no cubre específicamente el rango de absorción de pigmentos fotosintéticos, además de una revisita menos frecuente que el caso de los sensores oceanográficos. Por ello, se deben generar nuevos modelos que permitan obtener información acorde a las características de cada sitio.

Con el objetivo de desarrollar una herramienta de alerta para detectar tempranamente floraciones en cuerpos de agua continentales se analizan datos satelitarios provenientes de diferentes sensores (Landsat 5 TM/7 ETM+, SAC-C/MMRS y Terra/Aster) procesados en relación a parámetros limnológicos y físicos obtenidos *in situ* (concentración de clorofila, densidad de fitoplancton, sedimentos en suspensión, transparencia y temperatura).

El análisis de información de 10 años del Embalse Río Tercero, Córdoba, dio una buena correlación entre transparencia y la longitud de onda correspondiente al verde (banda 2 TM), así como entre temperatura y las bandas térmicas (Landsat y Aster). Sin embargo, la no simultaneidad en la obtención de datos campo-satélite ( $\pm 3$  días) y la falta de precisión en el posicionamiento de los puntos de muestreo (el uso masivo del GPS es reciente) limitaron el ajuste del modelo. En base a estos resultados, se seleccionó el Embalse San Roque, Córdoba, de dimensiones semejantes, con frecuentes floraciones de cianobacterias y monitoreado desde 1998. En este caso, se utilizaron datos históricos y se implementaron muestreos estivales simultáneos a la pasada del satélite Landsat 5 TM en 7 sitios georreferenciados, ubicados en aguas abiertas para evitar la obtención de píxeles mixtos (tierra-agua). En esta oportunidad se utilizó un espectroradiómetro de campo para medir radiancia de la superficie del agua que permite optimizar la calibración de los datos satelitarios y obtener la firma espectral del punto muestreado. Esta información de base es útil para la interpretación de imágenes hiperspectrales que actualmente se encuentran en etapa de experimentación (Sensor Hyperion a bordo del satélite EO-1). Además, dichas firmas, correlacionadas con datos de concentración clorofila y de las especies dominantes permiten discriminar floraciones de diferentes grupos algales.

La metodología seguida para el procesamiento de las imágenes se basó en los protocolos usualmente establecidos de procesamiento de imágenes. Resultados preliminares referidos a la correlación entre parámetros limnológicos y valores de reflectancia son presentados, así como las estimaciones de temperatura superficial del agua a partir de la banda térmica (Landsat 5 TM). Si bien el trabajo se encuentra en una etapa inicial los resultados son útiles para establecer los alcances y las limitaciones de esta herramienta para los fines propuestos en embalses de mediano tamaño.

*Fuente de datos satelitales y del espectroradiómetro de campo: CONAE.*

## **FLORACIONES DE CIANOBACTERIAS EN LA PROVINCIA DE CHUBUT**

Valeria Willers

Departamento Laboratorio, Dirección de Salud Ambiental, Secretaría de Salud de la Provincia del Chubut, Argentina

La Dirección de Salud Ambiental dependiente de la Secretaria de Salud de la Provincia del Chubut tiene como objetivos la prevención y promoción de la salud pública a través del control de la calidad de los alimentos y el agua potable. Parte de dicho control se realiza a través de ensayos fisicoquímicos, microbiológicos, biológicos y cromatográficos realizados por el Departamento Laboratorio, que también presta servicios analíticos al sector privado y otros organismos.

En el caso particular de las cianobacterias, cuando están presentes en los cuerpos de aguas naturales, pueden producir toxinas que afectan a la salud humana. La floración de estos organismos en las aguas utilizadas para abastecimiento público puede llevar a la acumulación y ruptura de las células en la planta potabilizadora, con la liberación de toxinas a la red urbana de agua potable. En la provincia del Chubut se ha visto afectados los cuerpos de agua Lago Musters y el embalse Florentino Ameghino (Sastre, 2006).

Es el objetivo de la Dirección de Salud Ambiental implementar y poner a punto técnicas analíticas que permitan identificar y cuantificar cianotoxinas de modo de fortalecer el rol de organismo en el control de la salud y la prevención de enfermedades. Las técnicas a implementar abarcan un método de screening que rápidamente permite asignar toxicidad a una determinada floración (inmunoensayo por ELISA) y un método de identificación y cuantificación más preciso basado en la cromatografía líquida de alta performance (HPLC). Actualmente, en el Departamento Laboratorio se ha puesto a punto la técnica de determinación de cianotoxinas por HPLC-DAD.

## MONITOREO DE CIANOBACTERIAS EN AGUAS SUPERFICIALES CONTINENTALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SENSORES REMOTOS

Natalia S. Gsponer

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales,  
Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina

La *eutrofización artificial* es mucho más acelerada y peligrosa que la eutrofización natural. Las descargas de nutrientes que se incorporan a los reservorios, desplazan el equilibrio hidroquímico natural de los sistemas produciendo un incremento de las algas, lo que puede conducir a serios riesgos para la salud pública y animal. Siendo los ecosistemas acuáticos estructuras extremadamente complejas, la predicción de estos efectos ambientales es una tarea particularmente difícil. Es en este punto donde la geoestadística, el uso de técnicas de monitoreo remoto y Sistemas de Información Geográfica son de gran ayuda.

El monitoreo a distancia utilizando imágenes satelitales implica el análisis de la reflectancia especular y difusa originada por la superficie terrestre bajo radiación solar. Para embalses del centro del país se han realizado modelos de regresión lineal simple y múltiple a partir de los datos de reflectancia de las bandas 2 y 4 de LANDSAT 5TM y de los datos de concentración de Clorofila *a* (Chl *a*). Estos estudios demostraron que estos datos podrían ser usados para determinar parámetros de calidad de agua y determinar la variabilidad espacial de Chl *a*, pero no permiten discriminar poblaciones de algas potencialmente tóxicas.

A partir de este problema, el objetivo es desarrollar métodos analíticos que permitan determinar y discriminar poblaciones algales por medio de la detección y cuantificación de Chl *a* y de los pigmentos antena que forman parte del aparato fotosintético de los distintos grupos algales presentes en el embalse de Río III, Córdoba. Estos estudios proveerían información de gran importancia para convalidar/reformular modelos teóricos de monitoreo satelital de grupos algales en aguas superficiales.

Beutler *et al.* demostraron que a partir del análisis de los espectros de excitación (Eexc) de muestras conteniendo distintos grupos algales, se puede discriminar las especies de algas presentes en dicha muestra y cuantificar sus poblaciones absolutas. El espectro de emisión (Eemi) obtenido para los distintos grupos algales en el rango de excitación de 400-600 nm siempre muestra la emisión de Chl *a* y *b*. Por lo tanto, los grupos algales no se distinguen claramente a partir de sus Eemi, pero difieren marcadamente en sus Eexc debido a los distintos pigmentos antena que conforman sus aparatos fotosintéticos. A partir de esto, se puede definir espectro *norma* de un grupo algal a su Eexc normalizado a la concentración de Chl (mg Chl/m<sup>3</sup>). Estos espectros se utilizaron para estimar la población de los distintos grupos algales presentes en muestras reales a partir del Eexc de la muestra utilizando un método de regresión lineal. Así, usando una variante del método de Beutler *et al.* fue posible la caracterización espectroscópica de las algas nativas desarrolladas en diferentes condiciones naturales y simultáneamente, la cuantificación de sus poblaciones *in situ*.

Las microalgas utilizadas en este estudio fueron 4 cepas pertenecientes a tres grupos algales diferenciados espectralmente: *Anabaena* sp., *Microcystis* sp. (Cyanophyceae), *Chlorella vulgaris* (Chlorophyceae) y *Cyclotella* sp. (Bacillariophyceae), las cuales fueron cultivadas en medio BG11, medio para clorofíceas y medio WC, respectivamente, en condiciones de luz y T° controladas. Se obtuvieron los espectros *norma* para estas cuatro cepas. Durante este estudio, se obtuvieron muestras del embalse entre diciembre de 2009 y mayo de 2010. Se determinaron *in situ* parámetros físico-químicos. Se determinó Chl para estimar la concentración de Chl perteneciente a cada grupo algal y la Chl total.

Mediante la utilización de un método de regresión lineal (análisis multiparamétrico que utiliza los espectros *norma* y el espectro de excitación de las muestras problema) se cuantificó la población de los distintos grupos algales presentes en muestras reales. Se observó el predominio del grupo de las algas doradas. Los parámetros físico-químico tomados *in situ* presentaron correlación a la estación del año que estaba siendo analizada. No se observaron florecimientos importantes de cianobacterias en ninguna estación del año.

Se propone a futuro continuar con los muestreos en el embalse de Río Tercero, para obtener datos estadísticamente significativos sobre la distribución espacial y temporal de las colonias algales (y su correlación con el monitoreo satelital) e iniciar estudios de fotopasivación en cianobacterias mediante la aplicación de métodos fotodinámicos utilizando cromóforos, estudios tendientes a lograr un control de la población algal.

## **CULTIVOS DE CIANOBACTERIAS Y USO DE FLUOROMETRIA COMO HERRAMIENTA DE MONITOREO**

María Carolina Gonzalez<sup>1</sup>, Maximiliano Guido<sup>2</sup> y Omar A. Fioravanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio Central, AySA S.A., Av. Figueroa Alcorta 6081 (CP:1428), CABA, Argentina

<sup>2</sup> Depto Control del Recurso y SMCC. Figueroa Alcorta 6081 (CP:1428), CABA, Argentina

Teniendo en cuenta el creciente interés que despierta la presencia de cianobacterias en diversos cursos de agua, y el potencial riesgo que éstas presentan, se delinearon planes de monitoreo para la detección temprana de las mismas.

Como parte de la estrategia para llevar adelante dicho monitoreo, se realizaron cultivos de distintos géneros de cianobacterias (*Microcystis* sp, *Planktothrix* ).

Una vez obtenidos los mismos, se utilizaron para realizar ensayos de calibración de un fluorómetro de campo.

Los ensayos realizados incluyeron mediciones fluorométricas en distintos tipos de matrices líquidas tales como agua de consumo y agua cruda; comparación con la metodología tradicional de medición de pigmentos fotosintéticos y cálculo de biovolumen de los organismos observados.

De los resultados obtenidos, se puede concluir que el uso de fluorimetría en trabajos de campo resulta una metodología adecuada para el monitoreo de cuerpos de agua.

## EVALUACIÓN DE CIANOBACTERIAS EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS, ARGENTINA

Cecilia Isabel Sánchez

Cátedras Microbiología Agrícola y Química General. Fac. de Cs. Agropecuarias. Universidad Nacional de Entre Ríos. Ruta 11 km 10. 3101. Oro Verde. Tel. 0343- 4975075 int. 123.  
E-mail: cecilias@fca.uner.edu.ar

El estudio de cianobacterias se inició con la evaluación de este grupo microbiano en campos de arroz de Entre Ríos (Argentina). Se evaluó el efecto de las rotaciones empleadas en la zona arrocerá entrerriana (arroz-arroz –AA-, arroz-soja-maíz-soja –ASMS-, arroz-pradera –AP- y arroz-soja –AS-) sobre este grupo microbiano a lo largo del ciclo del arroz (macollaje, panoja embuchada y madurez fisiológica). Las rotaciones evaluadas tuvieron un efecto sobre algunos aspectos como la proporción de cianobacterias unicelulares a filamentosas, géneros presentes y riqueza. Se encontró que la población fue cambiante durante el ciclo de crecimiento del cultivo en cantidad y en especies que la componen; y presentó diferencias con otros sistemas arroceros. Los recuentos mostraron un patrón de comportamiento similar en todas las rotaciones a lo largo del ciclo del cultivo aplicando las técnicas de microscopía directa y número más probable. El máximo recuento se alcanzó en panoja embuchada del arroz (entre  $4,9 \cdot 10^2$  y  $1,7 \cdot 10^3$  gérmenes  $\text{cm}^{-2}$  en suelo, y  $9,5 \cdot 10^2$  y  $3,4 \cdot 10^3$  gérmenes  $\text{ml}^{-1}$  en agua). La rotación AA presentó el mayor número de cianobacterias en los dos últimos muestreos. Fueron reconocidos un total de 13 géneros: *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Plectonema*, *Spirulina*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Calothrix*, *Gloeotrichia*, *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Microcystis* y *Gloeocapsa*. En todas las rotaciones la mayor proporción de unicelulares se presentó en suelo. Las rotaciones AS y AA presentaron mayor proporción de filamentosas (“heterocísticas” y “no heterocísticas”) comparadas con ASMS y AP. En general, los valores de biodiversidad de Simpson fueron bajos. En AP se encontró la menor cantidad de géneros de cianobacterias (8), mientras que en AA se registró el mayor número (11), sugiriendo un efecto del monocultivo de arroz sobre la riqueza debido a los requerimientos del cultivo de cantidades más importantes de nitrógeno para su abastecimiento. Los géneros *Calothrix*, *Spirulina*, *Microcystis* y *Gloeocapsa* presentaron una aparición eventual. En AA, ASMS y AP fue dominante *Aphanocapsa*, y en AS este género fue dominante en uno de los tres muestreos. Otro aspecto analizado fue el efecto de la temperatura del agua de inundación sobre el desarrollo de las cianobacterias. En Entre Ríos se emplea agua subterránea para el riego del cultivo. Para ello se compararon dos ubicaciones respecto de la entrada de agua al lote. En macollaje (3 días desde la inundación) los recuentos de cianobacterias totales fueron similares en los dos sitios, pero difirieron en panoja embuchada y madurez fisiológica. Las cianobacterias filamentosas heterocísticas no superaron el 45%. En la zona de mayor temperatura, la proporción de unicelulares fue mayor. Los valores de diversidad de Simpson fueron mayores en la zona de mayor temperatura en cada uno de los momentos de muestreo. Los géneros dominantes fueron unicelulares (*Chroococcus* y *Gloeocapsa*) en cinco de los seis muestreos. Actualmente se participa de un proyecto de investigación que se centra en el estudio agua superficial del Arroyo Ensenada (Entre Ríos). Entre otros aspectos se analiza la población de cianobacterias y sus toxinas en diferentes épocas del año y diferentes puntos del curso del agua como indicador biológico de calidad ambiental del mismo. En la evaluación preliminar (muestreo de otoño) se identificó en 1 de los 8 sitios evaluados el género unicelular *Merismopaedia sp.* con una densidad de  $2 \cdot 10^3$  gérmenes  $\text{ml}^{-1}$ . En coincidencia, en este sitio se registró la mayor proporción de clorofila “a”, con valores de  $41,98 \text{ mg m}^{-3}$ . Los bajos recuentos y la baja concentración de clorofila “a” en la mayoría de los sitios pueden estar asociados a los efectos de la temperatura estacional y la dilución provocada por las lluvias registradas previas al muestreo.

**BIOPROSPECÇÃO EM CIANOBACTÉRIAS MARINHAS**

Marcelo Gomes Marçal Vieira Vaz y Marli de Fátima Fiore

Laboratório de Biologia Celular e Molecular (Ecologia Molecular de Cianobactérias)/Centro de Energia Nuclear na Agricultura(CENA)/Universidade de São Paulo (USP)/Piracicaba-São Paulo.

Durante a graduação e o mestrado trabalhou com isolamento e métodos de obtenção de culturas axênicas de cianobactérias do gênero *Nostoc*, de origem edáfica; estudou o efeito da intensidade luminosa e do padrão de arquitetura de colônias (sobreposição de filamentos e quantidade de exopolissacarídeos) sobre processos de diferenciação celular (acinetos e hormogônios); estudou o efeito da intensidade luminosa sobre a produção de pigmentos - clorofila "a" e ficobiliprotéínas - e sobre a produção de biomassa, visando aspectos biotecnológicos. No doutorado o enfoque será na bioprospecção de cianobactérias marinhas, isoladas de ecossistemas de manguezais do estado de São Paulo. Serão analisados o potencial de produção de cianotoxinas por aproximadamente 50 linhagens de diferentes gêneros, através de técnicas moleculares; identificação de genes envolvidos na síntese protéica não-ribossomal e estudos de filogenia molecular desses organismos.

**TEMPORAL AND SPATIAL VARIABILITY OF THE RICHNESS AND DIVERSITY OF BACTERIOPLANKTON IN TWO ESTUARIES OF CEARÁ (NORTHEAST, BRAZIL)**

Hortência de Sousa Barroso<sup>1,2</sup> y Vânia Maria Maciel Melo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lab. de Ecologia Microbiana e Biotecnologia (LemBiotech), Depto. de Biologia, Bl. 909, Universidade Federal do Ceará, CEP: 60455-760, Fortaleza-Ceará, Brasil, <sup>2</sup>. E-mail: hortenciasb@yahoo.com.br

Many studies indicate that in eutrophic aquatic ecosystems the influence of aerobic heterotrophic bacteria is minimal, given that the ratio of the biomass of primary producers (especially cyanobacteria) and bacteria increases along the positive trophic gradient. The pelagic trophic webs would be dominated by herbivores (consumers of cyanobacteria and microalgae) and their predators in eutrophic environments; and by heterotrophic bacteria and their predators in oligotrophic environments, being this last one known as microbial loop. However, in the case of hypereutrophic ecosystems, which often can occur the dominance of unpalatable cyanobacteria (toxic or large size), the microbial loop assumes an important role. The accumulation of unpalatable cyanobacteria releases in the environment a large amount of carbon which is used by heterotrophic bacteria, being thereby eaten by zooplankton. Taking this into account the present study aims to test the hypothesis that the trophic state (degree of eutrophication) affects not only the dominance of cyanobacteria in the community of pelagic primary producers, but also the structure of the entire bacterioplankton. Therefore, the main objective of this work is to study the diversity and structure of the bacterioplankton existing in two estuaries of Ceará, each one under different anthropogenic pressures. This study will be done by culture-dependent methods and molecular approaches (metagenome). The importance of this work lies in determine which microorganisms may be involved in globally important processes such as the biogeochemical cycles (in the pelagic environment), evaluate the consequences generated by the eutrophication process in tropical estuaries (blooms of potentially toxic cyanobacteria) and test the biotechnology potential of products derived from natural communities maintained under stress (hypereutrophic).

## **EXPOSICIÓN RECREACIONAL A MICROCISTINAS DURANTE UN FLORECIMIENTO CYANOBACTERIANO EN EL EMBALSE DE SALTO GRANDE ENTRE RÍOS, ARGENTINA. UN CASO CLÍNICO**

Darío Andrinolo

Laboratorio de Toxicología General, Facultad de Ciencias Exactas (UNLP)  
CIDCA-CCT - Facultad de Ciencias Exactas (UNLP)

El joven (H) estaba en una moto de agua con un amigo en el lago Salto Grande en enero de 2007. Como no tenían papeles y los perseguía la prefectura, escaparon encallando en una zona con un terrible florecimiento cyanobacteriano, allí nadó y estuvo inmerso realizando un gran esfuerzo para sacar la lancha del agua. Esto ocurrió en el lapso de un par de horas. Cuando llega a su casa, estaba muy asustado y les contó lo sucedido a sus padres. Ya en ese momento estaba con estado nauseoso.

Al otro día continuaba descompuesto y sin fuerzas. Comenzaron a llevarlo a distintos médicos y les decían que era stress. Al 3º o 4º día, ya no quería levantarse de la cama. Su madre casi enloquece y deciden internarlo.

A las tres horas les dicen que H estaba gravísimo. Pasan las horas y el diagnóstico fue neumonía atípica, pero el chico está cada vez peor. Preparan a los padres para lo peor...

Se le administran todo tipo de medicamentos, los médicos estaban desconcertados y el joven H estaba cada vez peor.

Resultados En base al monitoreo realizado en el lago durante el verano de 2007 estimamos un nivel de toxinas microcistinas cercano a los estuvieron por debajo de 50 µg/L de microcistinas totales. Desconocemos si otra toxina pudo estar presente.

Los principales órganos afectados fueron los pulmones el hígado y los riñones. El primer diagnóstico fue neumonía idiopática. El paciente presentó acidosis respiratoria y bajo  $pO_2$ . La intoxicación progresa con un serio compromiso hepático y renal. Los niveles de glucosa estaban alterados, Varios marcadores de daño hepático significativamente elevados, la alanina transaminasa (ALT) y la aspartato transaminasa (AST) alcanzaron niveles de 370 341 U/L respectivamente. Creatinina y urea se elevaron a 2.2 mg/dl y 128 mg/dl respectivamente.

Todos los parámetros analizados retornaron a la normalidad dentro de los 15 días posteriores a la intoxicación. Hoy H no sufre consecuencias derivadas de su intoxicación aguda

Conclusiones La exposición recreacional a cyanotoxinas podría frecuente y mal diagnosticada.

Estudios tendientes a evidenciar la magnitud de este tipo de exposición y sus efectos sobre la población deben ser llevados a cabo a fin de prevenir y mitigar los efectos de los florecimientos cyanobacterianos.

## **CYANOTOXINS IN TWO ARGENTINIAN RESERVOIRS. BIOACCUMULATION IN TISSUES OF *O. BONARIENSIS*.**

M. V Amé<sup>1</sup>, L. N. Galanti<sup>1</sup>, M. Ruiz<sup>2</sup>, M. L. Menone<sup>3</sup>, A. L. Ruibal<sup>2</sup>, M. I. Rodriguez<sup>2</sup>,  
M. S. Gerpe<sup>3</sup>, D. A. Wunderlin<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Córdoba- CONICET, Facultad de Ciencias Químicas, Dto. Bioquímica Clínica - CIBICI. Haya de la Torre esq. Medina Allende, 5000-Córdoba, Argentina. <sup>2</sup> Instituto Nacional del Agua-Centro de la Región Semiárida. Ambrosio Olmos 1142, 5000-Córdoba, Argentina. <sup>3</sup> Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Dto. Ciencias Marinas, Lab. Ecotoxicología, Funes 3350, 7600 Mar del Plata, Argentina. <sup>4</sup> Universidad Nacional de Córdoba-CONICET, Secretaría de Ciencia y Técnica-ISIDSA (Instituto Superior de Investigación Desarrollo y Servicios en Alimentos), Av. Juan Filloy s/n, Ciudad Universitaria, 5000, Córdoba, Argentina.

The occurrence of cyanobacterial toxic bloom is well known in several countries. However, a lack of information exists with respect to South America, with a small number of official reports and published data for the majority of countries.

We evaluated the presence of four common microcystins (MC-LR, -RR, -YR and -LA) in water samples and tissues (liver and muscle) of *Odontesthes bonariensis* collected in Los Padres Lake (Buenos Aires). MCs were quantified by HPLC-ESI-MS/MS. The total content of MCs in water samples ( $2.8 \pm 5.6 \mu\text{g L}^{-1}$ ) and in *O. bonariensis* muscle ( $3.9 \pm 2.2 \mu\text{g Kg}^{-1}$ ) never surpassed guidelines values recommended by WHO for either recreational use of water or fish consumption. MC-RR was the dominant variant in water samples, followed by MC-LA and MC-LR. MC-YR was always present in water samples, but in the lowest concentrations of the congeners measured.

MC content in liver in *O. bonariensis* was ten-fold higher than the corresponding content in fish muscle. However, MCs were present in muscle of *O. bonariensis* during both wet and dry season, while we could not detect MCs in liver during the dry season. These results demonstrate that MC accumulation in liver and muscle of *O. bonariensis* occurred with different profiles. Moreover, different uptake, tissue distribution and excretion pathways may occur between diverse MC variants. For instance, during the dry season, an increase in the relative percentage of MC-LR in water samples was accompanied with an augmentation in the relative percentage of this toxin in muscle of *O. bonariensis*. Conversely, a rise in the relative percentage of MC-LA in water samples during the dry season did not impact on the distribution of this toxin in fish muscle.

In San Roque Reservoir (Córdoba), MC-LR, -RR and -YR and anatoxin-a were measured by HPLC-ESI-MS/MS in water samples. MCs y anatoxin-a were detected in 71% and 38% of the analyzed samples respectively. MCs higher levels were observed during summer while anatoxin-a higher amounts were found in Autumn. MC-RR and MC-LR showed similar frequency of occurrence but MC-RR reached the highest values. MC-YR was only found in 4 samples but during those blooms was the main cyanotoxin present. MCs levels showed positive correlation with *Microcystis* sp. biovolume ( $p < 0,05$ ,  $r = 0,64$ ), while anatoxin-a concentration showed similar results with *Anabaena* sp. biovolume ( $p < 0,05$ ,  $r = 0,73$ ). Comparison of MCs production under different environmental conditions showed that the dominance of toxic strains could be favored at  $500 \mu\text{g.L}^{-1}$  of total inorganic nitrogen (TIN) and lower Chlorophyta composition of the phytoplankton. On the other hand, the dominance of anatoxin-a producing strains could be favored at higher pH and chlorophyll-a concentration, lower temperature and total phytoplankton biovolume and TIN close to  $300 \mu\text{g.L}^{-1}$ . As previously described for this reservoir, MCs levels surpassed guidelines values recommended by WHO for either recreational or drinking use of water. On the contrary, anatoxin-a levels are significantly below the guidelines established in New Zealand ( $6 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

Considering both spatial and temporal variability of cyanotoxin occurrence responsible authorities should consider the implementation of control measures to ensure that values remain within such limits of allowance. Furthermore, the persistence of different MC variants in fish muscle, even when these variant were absent in water samples, shows that further studies on the uptake and tissue distribution as well as evaluation on the transference of different MC congeners through the food web are necessary to fully understand and manage the presence of MC in freshwaters.

## **PLASMATIC METHEMOGLOBIN AND HYDROPEROXIDES LEVELS AS BIOMARKERS OF MICROCYSTINS EXPOSURE. STUDY IN MICE**

Daniela Sedan, Leda Giannuzzi, Lorena Rosso y Darío Andrinolo.

Laboratorio de Toxicología General, Facultad de Ciencias Exactas (UNLP) CIDCA-CCT - Facultad de Ciencias Exactas (UNLP)

Background and aims: Injury caused by exposure to MC-LR in animals was widely reported; although specific biomarkers are not described yet.

Due to the difficult to detect Microcystins in blood or urine samples it is necessary to investigate some parameters that could be determinate on this easy access samples which will indicate an exposure to these toxins.

The aim of this work is the search of clinical biomarkers of sub-chronic exposure to Microcystins, which could allow us to realize risk assessment.

Methods: MC-LR was purified from natural blooms of *Microcystis aeruginosa*.

Mice were injected i.p. every 48 h during 1 month with 25 µgMC-LR/kg body weight. Methemoglobin (MetHb), Alkaline phosphatase (ALP), Aspartate transaminase (AST), Alanine transaminase (ALT), Superoxide dismutase activity (SOD) and total Hydroperoxides (ROOHs) were determinate on blood samples.

Results and conclusions: Plasmatic ALP, ALT and AST activities showed a significant increase in MC-LR-treated animals in comparison with the control group. Analysis of ROOs plasmatic level from mice exposed to MC-LR revealed a significant increase ( $0,41 \pm 0,06$  µmol/grprotein) compared with control ( $0,18 \pm 0,09$  µmol/grprotein) (Mean  $\pm$  SD). There was an increase of MetHb levels in treated mice ( $14,6 \pm 3,8$  %MetHb/Hb<sub>T</sub>) in comparison whit control ones ( $6,9 \pm 3,6$  %MetHb/Hb<sub>T</sub>). Also, erythrocytes SOD activity was affected by MC-LR administration.

These parameters could be useful in risk assessments studies.

## **EVALUACION DE TOXICIDAD CIANOBACTERIANA EN FUENTES DE AGUA DE PLANTAS POTABILIZADORAS DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL**

Nancy Román

Laboratorio Central. Aguas de Corrientes S. A. Gobernador Pampín 115. Corrientes. República Argentina. C.P. 3400. E-mail: lab.central@aguasdecorrientes.com

El presente trabajo forma parte de un plan de acción que se ha implementado en Aguas de Corrientes S.A. desde que se detectó la primer floración de cianobacterias en las fuentes superficiales de captación de agua, el objetivo del plan consiste en la evaluación del grado de protección brindado por los sistemas de potabilización frente a floraciones de cianobacterias siguiendo las recomendaciones de la OMS, en éste caso en particular se describe en detalle la metodología utilizada para recolección de muestra y realización de bioensayos en ratones para evaluar toxicidad proveniente de cianobacterias (cianotoxinas), se presentan los resultados obtenidos y se propone una marcha analítica para evaluación de cianotoxinas a partir de los resultados de recuentos celulares de cianobacterias.

De acuerdo a los datos obtenidos en el ensayo, los resultados son: el ratón inoculado con el testigo positivo presentó síntomas de hepatotoxicidad llegando incluso a la muerte en 40 minutos, porcentaje de peso del hígado respecto al peso del animal cercano al 7%. En cambio los animales inoculados con las muestras ensayadas (Santo Tomé, Paso de los Libres, y Monte Caseros) no presentaron signos evidentes de inflamación o hepatotoxicidad con porcentaje de peso de hígados muy cercano al valor del control negativo, excepto los ejemplares inoculados con la muestra de Monte Caseros, los cuales presentaron color oscuro del hígado y uno de ellos presentó un 6.3% de peso del hígado respecto al peso del animal.

Ningún animal presentó síntomas de neurotoxicidad.

Por lo tanto, dado que no se pudo confirmar síntomas de hepatotoxicidad ni de neurotoxicidad en las muestras concentradas, siendo el factor de concentración entre 1800-2800 se concluye que el agua del Río Uruguay no presentaría riesgos asociados con toxinas cianobacterianas intracelulares, y en caso de estar presente las mismas en las muestras concentradas se encuentran por debajo de la Dosis Letal 50.- Estos resultados obtenidos en los bioensayos se corroboraron mediante análisis de toxinas en los concentrados detectándose en todos los casos valores inferiores a la DL 50 tanto para hepatotoxinas como para neurotoxinas.-

Palabras-clave: cianotoxinas- monitoreo-bioensayos-marcha analítica

## DETERMINACION DE MICROCISTINAS EN AGUAS DE CAPTACION Y TRATADAS

Sebastián M. Ardanaz<sup>2</sup>, Juan C. Vuolo<sup>1</sup>, Cecilia Di Risio<sup>2</sup>,  
María Carolina González<sup>1</sup>, María L. Silva<sup>1</sup> y Adriana I. Morón<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio Central, AySA S.A., Av. Figueroa Alcorta 6081 (CP:1428), CABA, Argentina.  
E-mail: juan\_c\_vuolo@aysa.com.ar. <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Belgrano. E-mail: sebastian.ardanaz@gmail.com

Debido a su elevada toxicidad y al incremento en su presencia en aguas utilizadas por el hombre, las microcistinas, toxinas producidas por diversas especies de cianobacterias, se han convertido en las últimas décadas en una preocupación creciente para la salud humana. El principal productor de microcistinas es el género de cianobacterias denominado *Microcystis*, especialmente las especies *M. aeruginosa* y *viridis*, aunque también las producen los géneros *Nostoc*, *Dolichospermum*, *Planktothrix* y *Oscillatoria*. Se trata de heptapéptidos cíclicos que contienen tanto aminoácidos proteicos como no proteicos, de fórmula general: ciclo(D-Ala-X-D-MeAsp-Y-Adda-DGlu-Mdha). De todas ellas la más habitual y conocida es la microcistina LR.

Las microcistinas no poseen la volatilidad suficiente como para ser introducidas directamente en un cromatógrafo gaseoso. Por tanto, el interés del presente trabajo es describir una variante metodológica para la detección de microcistinas totales basada en la derivatización vía oxidación de Lemieux y el posterior análisis por cromatografía gaseosa con detección de masas. Se evaluaron las condiciones necesarias para transformar una matriz acuosa compleja que contenga microcistinas a un extracto final de su derivado de oxidación factible de ser analizado por cromatografía gaseosa, el MMPB (ácido 2-metil-3-metoxi-4-fenilbutanoico). Esta metodología puede consumir un tiempo considerable y no permite distinguir entre diferentes variantes de microcistinas, lo que ha restringido su uso en monitoreos de rutina. Sin embargo, debido a que todas las microcistinas poseen el poco frecuente péptido Adda, es el único método que detecta la totalidad de las microcistinas presentes, incluso aquellas que se encuentren ligadas a otras estructuras celulares. Resulta así, una eficiente herramienta como criterio negativo de presencia de microcistinas.

## **EXPOSICIÓN A FUENTES DE AGUA CON MICROCISTINAS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD (CORDOBA)**

M. Ruiz<sup>1</sup>, M.I. Rodríguez<sup>1</sup>, A. L. Ruibal<sup>1</sup>, I. Gonzalez<sup>1</sup>, P. Pellicioni<sup>2</sup>, M. Biagi<sup>2</sup> y D. Lerda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INA-CIRSA, Ambrosio Olmos 1142- 1º piso, mruiz@ina.gov.ar. <sup>2</sup> Dpto. de Citogenética, Facultad de Medicina, UCC, Jacinto Ríos 571.

Las cianobacterias o algas verdes azules son productoras potenciales de cianotoxinas, entre ellas se encuentran las microcistinas. Las cianobacterias se desarrollan masivamente debido a la alta concentración de nutrientes en el agua, como es el caso del Embalse San Roque (Córdoba, Argentina). Son muchas las consecuencias que trae esta problemática, entre ellas la importancia en salud pública ya que las cianotoxinas tienen la capacidad de producir trastornos gastro-intestinales, hepatotóxicos, neurotóxicos y ser promotores de cáncer hepático y de colon. Estudios previos realizados sobre la calidad del agua del embalse indican la presencia de algas productoras de toxinas (Ruibal Conti AL., 2003; Amé V. 2003).

El objetivo de este estudio fue investigar el grado de exposición de los residentes de los alrededores del lago (20 años de tiempo medio de residencia) a las cianobacterias y evaluar el posible impacto en la salud. La zona carece de agua potable, por lo cual los habitantes (114 hab. aprox.) usan múltiples fuentes de agua, incluyendo el agua del embalse, la cual usan también para su higiene personal y recreación.

Para recavar esta información se realizaron encuestas, se tomaron muestras de agua y se realizaron extracciones de sangre. Los resultados obtenidos demuestran que la población está altamente expuesta: desde el punto de vista del consumo como en el contacto directo. Los valores guía recomendados por OMS para agua de consumo es 1µg/L de MC-LR y para recreación de 2 a 4 µg/L. La concentración de microcistina hallada en las fuentes de agua varió entre <0.16 a 3µg/L. Las alteraciones halladas en los análisis de sangre de rutina y la sintomatología evidenciada en la población no pueden vincularse específicamente a efectos crónicos causados por microcistinas sin embargo el estudio de las inmunoglobulinas específicas resultó de gran utilidad, se continúa trabajando en ello para poder determinar causa-efecto.

También es de relevancia mencionar que se ha hallado en el lago presencia de anatoxina-a (Amé, 2010).

Hasta el presente no hay estudios epidemiológicos a nivel país y sólo se tiene constancia del realizado por realizado Pilotto, 1997 en Australia, por lo que se considera necesario seguir estudiando esta problemática ambiental y su efecto en la salud, contribuyendo de este modo con información base, ausente hasta el momento, para poder transferirla a futuro a otras poblaciones con problemática similar.

## MICROCISTINA – LR EN EL URUGUAY

Macarena Simoens y Jacqueline Cea

Departamento de Toxinas Naturales, Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) Montevideo, Uruguay. E-mail: msimoens@latu.org.uy

En la actualidad muchos cuerpos de agua están experimentando la denominada eutrofización antrópica. Esto se debe principalmente al aporte de una carga de fósforo y/o nitrógeno en una tasa mayor a la que el sistema acuático puede procesar. Las principales fuentes antropogénicas son los desechos orgánicos urbanos, domésticos e industriales y los desechos inorgánicos provenientes de la actividad agrícola-ganadera. El principal síntoma de la eutrofización es la aparición de floraciones algales (blooms). Son eventos de multiplicación y acumulación de las cianobacterias que viven en los sistemas acuáticos, evidentes a simple vista por la coloración verde y la turbidez que le confieren al agua. Las consecuencias de los “blooms” son muy diversas, pero el efecto más grave es la producción de toxinas, cianotoxinas, metabolitos secundarios producidos por las cianobacterias en el interior de las células y liberados al agua al producirse la lisis o destrucción de la pared celular. Las hepatotoxinas son las más importantes, tanto por su abundancia en la naturaleza, como por la elevada toxicidad que presentan. Entre ellas distinguimos las microcistinas (MC), siendo las más habituales la MC-LR, MC-RR y la MC-YR. Estas hepatotoxinas generan, en el hombre, necrosis hepática en pocas horas o días cuando son administradas en dosis letales, mientras que a dosis bajas el efecto es crónico y acumulativo. La vía de exposición más relevante es la vía oral, ya sea por ingestión de agua de consumo, al consumir animales expuestos a cianobacterias y que acumularon las cianotoxinas o por ingestión durante actividades recreativas.

En los últimos años se ha registrado un incremento mundial en la frecuencia e intensidad de las floraciones y Uruguay no es la excepción. Se han registrado floraciones de cianobacterias desde 1982, principalmente en verano. Floraciones de *Microcystis aeruginosa* son frecuentes en ríos (Río Uruguay), estuarios (Río de la Plata), embalses sobre el Río Negro, embalse de Salto Grande, lagunas costeras. La presencia de toxinas (MYC) se determinó a partir de 1999, resultando tóxicas el 100 % de los eventos analizados. A partir de esa fecha, en la mayoría de las floraciones analizadas se ha detectado microcistina. En algunos casos se tuvieron que tomar acciones dado los altos niveles de toxina presente.

En lo que respecta a la legislación, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció en 1998 un valor límite guía provisional en 1 ug/L para MYC - LR total en agua potable y valores guías para aguas recreativas costeras y dulces. En Uruguay, en el año 2008 entra en vigencia la Norma de agua potable (UNIT 833:2008) donde se fijó el mismo límite que la OMS.

El objetivo de este trabajo fue recopilar los datos de concentraciones de MC - LR obtenidos durante el periodo 2005 – 2010 en el Departamento de Toxinas Naturales del LATU, procedentes de muestras de agua potable, ríos y arroyos. La detección, identificación y cuantificación de MC – LR se realizó por cromatografía líquida (HPLC) utilizando detector de arreglo de diodo. Durante el periodo 2005-2006 se analizaron 82 muestras. El 84 % de las mismas presentaron valores de MC – LR menores a 0,03 ug/L, mientras que en el 16% restante los valores oscilaron entre 0,13 hasta 2900 ug/L. En el más alto de los casos el resultado obtenido confirmó la causa de muerte de animales. En el periodo 2007-2008, con un total de 67 muestras analizadas, se encontró en un 25 % de las muestras valores de MC-LR total menores a 0,04 ug/L, mientras que en el 75% restante, los valores oscilaron entre 0,06 hasta 0,83 ug/L. En el año 2009 se analizaron 68 muestras. Un 67% de las mismas presentaron valores de MC-LR menores a 0,5 ug/L, mientras que en un 33% los valores de MC-LR fueron mayores a 0,5 ug/L pero menores a 1 ug/L. Durante el primer semestre de este año un 65% de las muestras analizadas, de un total de 61, presentaron valores de MC-LR en el entorno de 0,5 ug/L mientras que en un 35% de las mismas la concentración de MC-LR se encontró entre 1 a 2000 ug/L.

En conclusión, los resultados mostraron que las cianotoxinas, utilizando microcistina-LR como marcador, existen en los sistemas acuáticos de nuestro país, y que en algunos casos aparecen en altas concentraciones, superando los valores guías establecidos por la OMS.

A nivel Nacional se carece de datos analíticos referentes a las otras cianotoxinas que se han detectado en otros países de la región, y que podrían estar presentes en los sistemas acuáticos de nuestro país. Dado que existe la capacidad analítica y profesional, sería recomendable ampliar el espectro analítico para detectar y cuantificar estas cianotoxinas (MC-YR, MC-RR, saxitoxina), y continuar recabando datos de la presencia de MC-LR; de manera de crear una Base de Datos actualizada y confiable a Nivel Nacional, donde participen todas las instituciones vinculadas a este tema.

**IDENTIFICACIÓN, DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE  
CIANOBACTERIAS, MICROCISTINAS Y GENES RESPONSABLES DE LA  
PRODUCCIÓN DE CITOTOXINAS EN EL ANTIGUO DELTA DEL RÍO SINÚ  
(ADRS), DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA, COLOMBIA**

Victoria Jaramillo García

Grupo de Investigación Biomédica y Biología Molecular, Universidad del Sinú, Calle 38 Cr.1W Juan XXIII, Montería, Colombia

El Río Sinú y sus ciénagas anexas constituyen un recurso ecológico y social valioso para el Departamento de Córdoba, su aportación de nutrientes y fauna, además permite el mantenimiento de los bosques y humedales asociados a la cuenca y actúa como una importante despensa faunística que favorece el desarrollo de la actividad pesquera artesanal e industrial en la región. La descarga de fertilizantes y de desechos domésticos al cauce del río aumenta su contenido de nutrientes, favoreciendo la proliferación masiva (blooms) de cianobacterias, algas responsables de la producción de cianotoxinas.

El estudio pretende detectar, cuantificar e identificar las cianobacterias, microcistinas y los genes implicados en su biosíntesis, en las aguas superficiales del Antiguo Delta del Río Sinú (ADRS), Departamento de Córdoba. Para tal efecto, el proyecto está conformado por cuatro fases, la primera consiste en la recolección, identificación biológica y conteo celular de las cianobacterias, las cuales son colectadas con redes de arrastre de fitoplancton y botella Ruttner a diferentes niveles de la columna de agua y analizadas por el método Utermöhl y claves especializadas. La segunda fase corresponde a la detección y cuantificación de las microcistinas con la utilización del Kit de ELISA EnviroLogix QuantiPlate; en la tercera fase se evaluará su potencial toxico mediante bioensayos en ratón de acuerdo a la metodología propuesta por Falconer; la cuarta fase incluye la detección de genes que codifican para la biosíntesis de microcistinas. Todo ello encaminado al entendimiento del comportamiento de estos cuerpos de agua en relación con la dinámica de cianobacterias y así contribuir al principio de precaución o mitigación, asumiéndose peligro de toxicidad, con miras a establecer planes de conservación y manejo sostenible de este recurso, además de prevenir y/o contrarrestar problemas de salud pública.

Se han realizado 4 muestreos en la zona de estudio, el complejo cenagoso está compuesto por 7 ciénagas interconectadas.

Resultados preliminares han arrojado mayor densidad poblacional de los géneros *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Phormidium*, *Pseudoanabaena*, *Oscillatoria* y *Spirulina*; se han identificado géneros de cianophytas con menor densidad poblacional como *Lyngbia*, *Gomphosphareia*, *Chroococcus*, *Cylindrospermopsis*, *Merispormedia*, y *Microcystis*.

Los resultados de la ELISA no han evidenciado presencia de microcistinas, los valores se han encontrado por debajo del rango de detección de 0.16 a 2.5 ppb

Si bien no se han detectado microcistinas, se han identificado géneros reportados en la literatura como productores de estos metabolitos, los cuales pueden poseer los genes responsables de la biosíntesis de las microcistinas y no expresarlas, pero bajo circunstancias ambientales pueden ser producidas cuando los organismos lo requieran.

## **TERATOGENESE E HISTOPATOLOGIA EM LARVAS DE TILÁPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) EXPOSTAS À AFLATOXINA B<sub>1</sub>, MICROCISTINA E GLIFOSATO**

Cleiton Inácio Ramos

O aumento universal na demanda por produtos de pescado requer implementação de práticas capazes de assegurar a qualidade do produto final, sendo prioritário o manejo adequado aliado ao rigoroso controle de qualidade d'água. A adição de ração eleva o teor de nutrientes da água e pode resultar na eutrofização, morte de peixes e aumento de cianofíceas produtoras de microcistinas (MCs). O acúmulo tecidual de MCs em peixes pode potencializar o efeito de aflatoxinas (AFs) ingeridas através do consumo de ração. Em adição, o uso de herbicidas a base de glifosato é comum na agricultura, com efeitos mutagênico e hepatotóxico demonstrados. Considerando que AF seja potente iniciador de câncer hepático, aliado ao efeito promotor de MCs e uso contínuo de glifosato, a ocorrência dessas substâncias representaria um perigo em potencial na qualidade dos pescados e na saúde humana. O objetivo do trabalho foi investigar efeito teratogênico e histológico (fígado e rim) de aflatoxina B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>), extrato celular de *Microcystis sp.* TAC 95 produtora de MC-LR em grande concentração e herbicida comercial Roundup® (princípio ativo glifosato) de forma isolada e combinada destes compostos em ovos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e em respectivo desenvolvimento larval. A exposição aos contaminantes foi iniciada com ovos (placas de Petri, 5ng/mL de AFB<sub>1</sub> por 1 hora), seguida de MC (5µg de microcistina/L) e/ou GF (5µL de produto comercial/L) em placas de cultura celular. Malformações como megalocardia, desvio da cauda e da coluna, foram registradas em fase larval, porém esses efeitos reverteram antes da fase pós-larval, decorrente de baixo nível de exposição, independentemente do contaminante. De acordo com o sistema de escore estabelecido, a MC-LR afetou em maior intensidade os animais, enquanto a AFB<sub>1</sub> não demonstrou nenhum efeito detectável sob as larvas, provavelmente devido à concentração utilizada no ensaio. Ocorreram alterações nos tecidos analisados, porém somente as alterações hepáticas diferiram estatisticamente ( $P < 0,01$ ) do tratamento controle. Em relação a histologia, os resultados mais significantes foram atribuídos ao GF, e novamente a AFB<sub>1</sub> não demonstrou nenhum efeito. Os resultados mostraram que MC e GF, mesmo em doses consideradas baixas e sem efeito tóxico agudo, podem desencadear alterações nos tecidos do fígado e rim durante a ontogênese de tilápia e induzir a teratogênese relativamente leve.

Palavras-chave: *Microcystis*, Micotoxina, Histologia, Roundup®, Larva, Peixe.

## ECOLOGÍA Y TOXICIDAD DE CIANOBACTERIAS DEL RÍO QUILQUIHUE, PROVINCIA DEL NEUQUÉN, ARGENTINA

Mónica Pose

Asentamiento Universitario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue; Pasaje de la Paz 235, San Martín de los Andes, (8370), Pcia. del Neuquén, Tel. (02972 – 427618). E-mail: monpose@yahoo.com.ar

El río Quilquihue, de origen glaciario, nace en el lago Lolog, su vertiente es Atlántica y abastece de agua potable al 93% de la población de San Martín de los Andes.

Mi investigación consiste en detectar posibles incrementos poblacionales de cianobacterias y su potencial toxicidad en agua y en glándula digestiva de moluscos bivalvos.

Durante los meses de marzo, abril y mayo de 2009 se colectaron muestras subsuperficiales en cuatro puntos de muestreo, sobre el río Quilquihue, desde la naciente hasta la Planta Potabilizadora de Agua de San Martín de los Andes, a saber: E1 en la naciente del río, E3 ubicada en el murallón que desvía el agua hacia el canal derivador, E5 en la toma de agua de la Cooperativa de Agua Potable y E6 a la salida de los filtros rápidos de la Planta Potabilizadora de Agua. En las estaciones E1, E3 y E5 se colocaron jaulas con 30 individuos cada una del molusco bivalvo nativo *Diplodon chilensis*, a fin de evaluar posibles biomarcadores de toxicidad. Cada mes se retiraron 5 organismos por jaula para determinar distintas variables bioquímicas, en relación con la presencia de toxinas.

Se midieron parámetros ambientales (temperatura, turbidez y pH), se determinaron nutrientes (nitrato, fósforo total, hierro ferroso), clorofila a, fitoplancton cualitativo y Microcistinas en agua, por inhibición de protein fosfatasa 1 (PP1). En los bivalvos se midió la actividad de PP1 endógena en homogenatos de glándula digestiva.

De los parámetros ambientales medidos se obtuvieron los siguientes resultados: la temperatura osciló entre 18,1°C y 9,4°C, la turbidez promedio fue de 0,40 NTU, el intervalo de pH registrado fue de 6,3-7,5, el valor de los nutrientes fue en promedio de 0.9 mg/l de nitrato, 0.14 mg/l de fósforo total y alrededor de 0,03 mg/l de hierro ferroso. La concentración de clorofila a presentó valores cercanos a 1 µg/l.

Entre los géneros de Cianobacterias dominantes se pueden citar *Anabaena* sp., *Oscillatoria* sp., *Nostoc* sp., *Tolypothrix* sp. *Aphanotece* sp. y *Cylindrospermum* sp. Los principales reguladores de su crecimiento fueron la temperatura y el nivel de las aguas, observándose un mayor desarrollo algal entre fines de marzo y abril, cuando las condiciones climáticas e hidrológicas resultaron más estables. En mayo se registró una crecida que elevó el nivel del río a 1,5 metros por encima de su valor normal, generando la desaparición de espuma presente en algunas estaciones de muestreo durante el verano y provocando un descenso de la biodiversidad algal.

Con respecto a la presencia de Microcistinas en agua se obtuvieron concentraciones máximas en E3 y E5 durante el mes de marzo con valores de alrededor de 3 µg/l (calculado como equivalente a µg/l de microcistina LR), mientras que los mínimos valores correspondieron al mes de mayo (0,1 µg/l).

En cuanto a los moluscos, resultaron ser sensibles a los cambios ambientales y a la presencia de Microcistinas. La actividad de PP1 endógena de glándula digestiva registrada fue máxima durante el mes de marzo en E1 y mínima durante mayo en la misma estación de muestreo.

A partir de un análisis de la varianza entre estaciones y fechas de muestreo se observaron diferencias significativas entre E1 de marzo y mayo versus E3 y E5 de los mismos meses.

Se puede concluir que:

- Las condiciones hidrológicas y la temperatura regulan la aparición de Cianobacterias.
- La presencia de Microcistinas en agua guarda relación con la aparición de algunos géneros potencialmente tóxicos de Cianobacterias.
- La PP1 de *D. chilensis* resultó ser un buen biomarcador de la presencia de toxinas respondiendo a las fluctuaciones ambientales y algales antes mencionadas.

Actualmente se está planificando la segunda etapa de trabajo relacionada con la eficiencia del sistema de filtrado y cloración de la Planta Potabilizadora de Agua de San Martín de los Andes, en relación con las cianotoxinas.

## **APORTES PARA EL MANEJO DE FLORACIONES DE CIANOBACTERIAS EN EL EMBALSE SAN ROQUE EN RELACION A SU USO RECREATIVO**

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

INA-CIRSA Ambrosio Olmos 1142, Córdoba, Argentina, Te: 54 0351 4683015.  
E-mail: mirodriguez@ina.gov.ar

Las aguas destinadas al uso recreacional se utilizan principalmente para baño y deportes acuáticos. 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. Si bien los niveles guía de Argentina contemplan aspectos bacteriológicos (*Escherichia coli* y *enterococos*), no se hace mención a la presencia de cianobacterias y sus toxinas.

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.

En Argentina se han reportado numerosos sistemas dulceacuícolas con toxicidad potencial debido a la presencia de cianobacterias 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 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 documentada. 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 en el marco de la Actividad Permanente de Monitoreo del Embalse conducido por INA (CIRSA), se realiza una evaluación del estado sanitario de las playas del embalse tendiente a sugerir un sistema de alerta de floraciones. Se recopilan experiencias internacionales y locales en el manejo de riesgo en aguas recreativas donde hay registro de floraciones de cianobacterias.

Se presentan los resultados preliminares realizados en las costas del embalse que señalan potenciales riesgos en la salud por exposición a cianobacterias calificados por la OMS de bajos a altos. Los valores bacteriológicos obtenidos dan indicio de posibles riesgos de salud, por la presencia de indicadores de contaminación fecal. 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, cuyas participación activa es absolutamente necesaria para el encuentro de soluciones factibles a la problemática

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

## MANEJO DE FLORACIONES DE CIANOBACTERIAS: CASO DE ESTUDIO DEL ESTUARIO PEEL-HARVEY EN AUSTRALIA

Ana Laura Ruibal Conti

La eutrofización generada por el impacto de actividades humanas en cuerpos de agua constituye un serio problema a nivel mundial que tiene su origen a mediados del siglo XX y cuyos impactos trascienden aspectos económicos, sociales y ambientales (Folkert, 2006). En Australia se ha estimado que el desarrollo de floraciones algales en agua dulce le cuesta a la comunidad entre 180 y 240 millones de dólares australianos cada año (y más si se consideran los estuarios y aguas costeras) y estos costos son pagados por usuarios de aguas urbanas, agricultores y el sector de riego, en proporciones aproximadamente similares (Atech, 2000 citado en Davis, 2006). El estuario Peel Harvey (ubicado en el estado de Western Australia) es un sistema de lagunas costeras de importancia internacional y declarado sitio RAMSAR debido a la riqueza de su flora y fauna. A mediados de 1970, debido al uso de fertilizantes en las tierras agrícolas de su cuenca combinado con un suelo arenoso incapaz de retener el exceso los mismos, el estuario comenzó a manifestar intensas floraciones de cianobacterias (*Nodularia spumigena*) y macroalgas (*Cladophora*) que afectaron seriamente la pesca comercial, el uso recreativo del mismo y a los residentes de la zona quienes se vieron severamente perturbados por los olores derivados de las algas y su descomposición. Ante esta situación, el gobierno desarrolla un “Programa de Manejo de la Cuenca del Estuario Peel-Harvey” (George *et al.*, 1993). El plan incluyó tres medidas fundamentales: i) Remoción de algas; ii) Plan de Manejo de Fertilizantes y educación ambiental de agricultores; iii) Construcción de un canal de conexión con el Océano Índico.

La primera medida fue una medida paliativa tendiente a resolver el problema a corto plazo implicó la “cosecha” de las algas y transporte de las mismas a sitios de basureros. La construcción del canal fue una medida que llevó un largo periodo de implementación debido a los costos implicados. La construcción del mismo se realizó en 1994 con una inversión de aproximadamente \$50 millones de dólares australianos. Finalmente el plan de manejo de fertilizantes incluyó reuniones con los agricultores y estudios de investigación tendientes a cambiar prácticas agrícolas que resulten efectivas y ambientalmente amigables.

En términos de la eliminación de las floraciones de algas, la construcción del canal resultó ser una medida muy efectiva debido a que incrementó el flujo de intercambio con el Océano (disminuyó el tiempo de residencia del agua en el estuario) permitiendo la pérdida de fósforo hacia el mar. Sin embargo generó un nuevo ecosistema con características más salinas produciendo cambios en animales y fauna de la zona. Cabe mencionar, que el problema de las floraciones algales no fue eliminado totalmente pues actualmente se observa en la zona de los ríos donde no llega la marea. En estas zonas se utilizan actualmente medidas de alerta para informar a la comunidad sobre las condiciones de uso del agua para actividades recreativas.

El plan de cambio de prácticas agrícolas tuvo aceptación entre los agricultores, sin embargo el suelo contiene ya excesivos niveles de nutrientes y llevará tiempo regresar a niveles aceptables.

El Estuario Peel Harvey no es el único cuerpo de agua que sufre de floraciones y cada estado establece sus estrategias de manejo. Entre otras acciones llevadas a cabo en el Estado de Western Australia se pueden mencionar los informes que realiza el Departamento del Agua sobre la actividad de las algas. El “Informe sobre Actividad de Algas” es un mapa con la descripción de las densidades algales y los niveles de alerta. Los informes son publicados en Internet, en el diario estatal y adicionalmente son anunciados en el canal abierto cada viernes con el pronóstico del tiempo. Finalmente, a nivel nacional existen guías para el manejo de las algas y sus riesgos.

Referencias: Davis J. R. and Koop K. (2006). Eutrophication in Australian rivers, reservoirs and estuaries – a southern hemisphere perspective on the science and its implications. *Hydrobiologia* 559:23–76; Folkert de Jong, (2006). Chapter 3: The discovery of marine eutrophication. In *Marine Eutrophication in Perspective. On the relevance of Ecology for Environmental Policy*. pp335.

George, P.R. and Bradby, K. (1993) The Peel-Harvey catchment management programme. *Fertilizer Research* 36: 185-192.



Figure 1 Informe de Actividad de algas en el Río Swan. [www.swanrivertrust.wa.gov.au/science/river/content/algaereport.aspx](http://www.swanrivertrust.wa.gov.au/science/river/content/algaereport.aspx)

## **ACCIÓN DEL CLORO Y CARBÓN ACTIVADO EN POLVO SOBRE LA REMOCIÓN DE MICROCYSTINA EN TRATAMIENTOS DE AGUA POTABLE**

Rosales Ricardo, Román Nancy y Cayetano María Cristina

En los últimos años se han desarrollado en el embalse de la Represa de Salto Grande, floraciones de cianobacterias con mayor intensidad, en cuanto a su densidad y tiempo de duración. Los géneros de cianofíceas predominantes son potencialmente productores de toxinas, principalmente microcystina, por lo cual es un tema que se ha instalado en la agenda de la salud pública por su eventual efecto perjudicial sobre el uso del recurso hídrico a los fines de recreación, turismo y lo más importante, como fuente para la producción de agua potable. Entre setiembre de 2000 y abril de 2001 se determinó que el 100% de las muestras de agua del lago analizadas presentaron toxicidad, con niveles de concentración de microcystina que variaron entre 200  $\mu\text{g/g}$  y 2000  $\mu\text{g/g}$ . La OMS establece estándares para microcystinas en agua potable en 1.0  $\mu\text{g/l}$ . En Argentina el Código Alimentario Argentino no regula la concentración máxima de microcystina admisible en agua potable. Las cianotoxinas peptídicas parecen modular el sistema inmunológico a concentraciones muy bajas (0,1  $\mu\text{g/l}$ ), (un orden de magnitud menor que la concentración máxima recomendada por la OMS) lo que podría ser una de las causas de los efectos crónicos de dichas toxinas. Como la Represa de Salto Grande está ubicada 12 kilómetros aguas arriba de la fuente de provisión de agua de la ciudad de Concordia, surge la necesidad de estudiar el efecto que los distintos tratamientos aplicados a la potabilización del agua tienen en la remoción de microcystina. Los tratamientos avanzados, como adsorción en carbón activado en polvo o granular, biofiltros, filtración por membranas u oxidación en determinadas condiciones puede garantizar una remoción eficaz de las toxinas. Los procesos convencionales de tratamiento de agua para consumo humano, como el que se lleva a cabo en la Planta Potabilizadora de la ciudad de Concordia, pueden remover satisfactoriamente las células de cianobacterias, sin producir lisis celular y por ende sin liberar toxina al medio, pero es necesario ajustar las variables de proceso a valores óptimos para garantizar la eliminación efectiva de las cianotoxinas presentes al comienzo del tratamiento. Se realizaron estudios comparativos de los efectos producidos por cloro y carbón activado en polvo (CAP) sobre la remoción de microcystina en muestras de agua destilada, se determinó la acción del cloro, a concentraciones de 2 y 4  $\text{mg/L}$ , y a pH 6,1 y 8,0, sobre una solución de concentración inicial de microcystina conocida. Para el caso del carbón activado en polvo se evaluó la acción de concentraciones crecientes de CAP (5, 10 y 15  $\text{mg/L}$ ) sobre una solución de concentración inicial de microcystina conocida. Las concentraciones de microcystinas se determinaron por test ELISA.

Se ha demostrado que la aplicación de dosis creciente de cloro, el aumento de tiempo de contacto y la disminución de pH conducen a un incremento de la remoción de microcystina. Se concluye que pueden lograrse niveles de remoción del orden del 97% aplicando dosis de cloro activo total de 4  $\text{mg/l}$ , con tiempos de contacto de 30 minutos. Los ensayos de adsorción de microcystina con carbón activado en polvo (CAP) han demostrado que se incrementa la remoción de microcystina al aumentar la dosis de CAP aplicada. Se puede concluir que con el tratamiento de oxidación con cloro se logran remociones en la concentración de microcystina de mayor orden y más económicas que aplicando tratamientos de adsorción con CAP.

## **EVALUACION SENSORIAL Y ENSAYOS DE ADSORCION CON CARBON ACTIVADO EN POLVO ASOCIADO A LA PRESENCIA DE ALGAS EN EL RÍO URUGUAY**

Cinthia Bogarin

Laboratorio Central. Aguas de Corrientes S. A. Gobernador Pampín 115. Corrientes. República Argentina. C.P. 3400. TEL 03783-422980.E-mail: cgbogarin@yahoo.com.ar

En los últimos años se ha controlado la presencia de compuestos orgánicos contaminantes que pudieran afectar la calidad debido a problemas de olor y sabor en el agua proveniente del Río Uruguay, fuente de consumo de las localidades Correntinas de Santo Tome, Paso de Los libres y Monte Caseros. En la mayoría de las situaciones los hechos estuvieron relacionados con la abundancia masiva de algas cuyos metabolitos principales: geosmina y 2-metilisoborneol, fueron los principales agentes precursores de estas alteraciones.

Ante ello las plantas de tratamiento de las tres localidades determinaron la calidad sensorial del agua, registrándose generalmente en la fuente natural olores asociados principalmente a moho y a tierra, en tanto que muy pocos días se registraron olores a séptico y barro. En la salida de la planta solo se percibieron olores a moho-hierba, teniendo periodos de permanencia que van desde el mes de enero a marzo con mayor importancia. Estos dos últimos años se intensificaron las alteraciones del sabor en una de las localidades, Monte Caseros, con característica amarga.

Los análisis respectivos determinaron la presencia de geosmina en el agua natural por la abundancia masiva de cianobacterias, aunque no en todas las situaciones y lugares, ya que en periodos de poca cantidad de algas, en Monte Caseros, aun se percibieron estos olores característicos y se intensificaron las alteraciones de sabor, por tanto, se evaluó también la presencia de clorofenoles, asociados a la presencia de herbicidas fenoxiacidos en fuentes de aporte al Río Uruguay y el 2,4,6-tricloroanisol en la red debido a que los hanisoles tienen un olor a moho con bajos umbrales.

En el tratamiento se procedió a dosificar el agua natural con carbón activado en polvo, realizándose ensayos de adsorción y determinación analítica de la geosmina durante todas las etapas del proceso a fin de evaluar su remoción.

Para la adsorción de geosmina con carbón activado en polvo los porcentajes de remoción fueron altos con dosis de 20 hasta 80 mg/L según el evento de abundancia masiva algal. En tanto que la eficiencia en la remoción cuando se percibían olores y modificación en el sabor sin presencia algal, resultó regular en una primera etapa ya que con dosis 20-30 mg/L los olores y sabores seguían persistiendo, posiblemente por la insuficiente adsorción de clorofenoles o a la presencia del 2,4-D en la fuente, por tanto se realizaron ensayos para verificar la eficiencia de diferentes carbones activados frente a: Geosmina, 2,4-D, Fenol y Clorofenoles asociados a la influencia del cloro en el proceso de desinfección y a la posible formación de subproductos.

Palabras Claves: geosmina - olor y sabor - adsorción – Río Uruguay

**BIOCONTROLE DE CIANOBACTÉRIAS E BIODEGRADAÇÃO DE  
MICROCISTINAS POR MICRORGANISMOS EM  
ÁGUAS DESTINADAS AO CONSUMO HUMANO**

Francine Kuriama

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento – Universidade Estadual de Londrina, Londrina PR Brasil.

No Brasil, a presença de florações de cianobactérias toxigênicas em águas destinadas ao abastecimento é um grave problema enfrentado pelas Estações de tratamento de Águas – ETAs, especialmente, quando a pré-cloração é utilizada. A pré-cloração é uma prática realizada em muitos sistemas de tratamento de águas visando a inativação de microalgas e cianobactérias. Entretanto, alguns problemas são gerados na utilização deste pré-tratamento em mananciais com elevadas concentrações de fitoplâncton, com destaque, a promoção de lise celular com conseqüente liberação de metabólitos secundários ou a formação de subprodutos organohalogenados. Na tentativa de minimizar esses problemas, existem estudos voltados para o uso de microrganismos que possuem a capacidade de degradar as microcistinas em biofilmes. O presente trabalho avaliou o uso da cepa de levedura *Saccharomyces cerevisiae* - PA e da cepa de bactéria *Sphingosinicella microcystivorans* – B9, cultura mista probiótica de *Lactobacillus plantarum e rhamnosus* – LPR para inibição do crescimento da cianobactéria *Microcystis* sp. - TAC95 e degradação de microcistinas.- MCs sob diferentes condições experimentais. Para a cepa B9, o maior percentual de inibição de TAC95 foi obtida para a condição em que foi adicionada 1 mL de biomassa pura de B9 com valores de 95% e 86% para densidade de *M.* sp. e clorofila-a, respectivamente, e para degradação de microcistinas totais foi de 83%, obtida para a condição em que foi adicionada 1 mL de B9 com meio Sakurai + 1 mL de meio Sakurai seguida de ajuste de pH 8,0, entretanto, vale ressaltar que independentemente das condições experimentais aplicadas, esta cepa apresentou atividade potencial de inibição do crescimento e degradação de MCs, sendo assim, um agente promissor a ser aplicado como alternativa às técnicas usuais de tratamento de águas. Os experimentos utilizando a cepa de levedura *Saccharomyces cerevisiae* - PA mostraram que independentemente das condições experimentais testadas, a levedura não apresentou atividade anti-cianobactéria / *Microcystis* sp. e nem degradação de microcistinas. Para os experimentos utilizando a cultura probiótica LPR, a adição de maiores quantidade de biomassa pura com e sem a adição complementar de MRS favoreceu a inibição do crescimento de *Microcystis* sp. - TAC95. Porém, esse efeito foi acompanhado de reduções consideráveis do potencial hidrogeniônico, o que pode ter influenciado nos resultados de degradação e inibição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Degradação de microcistinas, Inibição do crescimento de *Microcystis* sp., Levedura *Saccharomyces cerevisiae*, Bactéria *Sphingosinicella microcystinivorans* B9, de *Lactobacillus plantarum e rhamnosus* – LPR.

## **CARACTERIZACIÓN GENÉTICO-MOLECULAR DE CIANOBACTERIAS FORMADORAS DE FLORACIONES Y ESTUDIOS FISIOLÓGICO-MOLECULARES EN *MICROCYSTIS AERUGINOSA***

María de los Ángeles Kolman y Graciela L. Salerno

Centro de Investigaciones Biológicas (FIBA) – Centro de Estudios de Biodiversidad y Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP, INBA-CONICET), Buenos Aires, Argentina, Vieytes 3103, 7600 Mar del Plata, Argentina

Bajo determinadas condiciones ambientales (como por ej. aumento de la temperatura, baja relación entre nitratos y fosfatos, déficit en carbono inorgánico, limitaciones en la intensidad lumínica, entre otras), ciertas especies pertenecientes a algunos géneros de cianobacterias son capaces de aumentar exponencialmente su biomasa produciendo floraciones (“blooms”) superficiales, episodios que son cada vez más frecuentes en ambientes dulceacuícolas. Estos fenómenos se están incrementando en intensidad con el aumento de la eutrofización de los espejos de agua y ríos. La formación de floraciones tiene un fuerte impacto en el medio ambiente y está modulada a nivel de la interrelación de los metabolismos de las cianobacterias, por la disponibilidad de reservas de carbono y nitrógeno, que colaboran en regular la densidad y la flotación celular. Un aspecto importante de las floraciones de cianobacterias es que ciertas especies son capaces de producir compuestos altamente tóxicos (cianotoxinas), que implican riesgos para la salud humana y animal. La producción de toxinas no es una característica constante ni definida de una especie o género particular, ya que dentro de una misma especie pueden encontrarse cepas toxígenas u otras que no lo son. Los principales géneros de cianobacterias productoras de toxinas que se han descrito son *Microcystis*, *Anabaena*, *Planktothrix*, *Anabaenopsis*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis*, *Nostoc*, *Raphidiopsis*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Nodularia*, *Synechocystis* y *Umezakia*, siendo las especies del género *Microcystis* las responsables de más del 60 % de los casos de intoxicación reportados en todo el mundo. La ruta de biosíntesis de toxinas involucra la acción de proteínas codificadas por genes organizados en una unidad transcripcional u operón, descrita en varios géneros. Hasta el presente aún no se han dilucidado los mecanismos fisiológico-moleculares que inducen la proliferación masiva de cianobacterias y la producción de toxinas

El objetivo general del presente trabajo es el estudio de la interrelación del metabolismo del carbono con otros metabolismos centrales y su relación con la ocurrencia de condiciones favorables para la producción de cianotoxinas. En primer lugar se realizó la caracterización molecular de cepas nativas, provenientes de muestras de espejos de agua de la Provincia de Buenos Aires, y se hicieron estudios filogenéticos, a partir de amplificaciones del espaciador intergénico del gen de la ficocianina (*cpcBA*-IGS). Al mismo tiempo, se amplificaron fragmentos de genes pertenecientes al operón involucrado en la biosíntesis de microcistinas para la evaluación de la potencial toxicidad.

Por otra parte, se comenzaron estudios en una cepa modelo, *Microcystis aeruginosa* sp., cuyo genoma está totalmente secuenciado, para luego continuar con ensayos similares en cepas de *M. aeruginosa* nativas de la Argentina. Dada la importancia del metabolismo del carbono en la proliferación masiva de cianobacterias, se comenzó con la caracterización funcional de genes del metabolismo de la sacarosa, a partir de la búsqueda de secuencias homólogas a las codificantes de las enzimas responsables de la síntesis y el clivaje del disacárido. Dicha caracterización se realizó mediante la expresión heteróloga en células de *Escherichia coli* de las secuencias homólogas presentes en el genoma de *M. aeruginosa* sp. PCC 7806 así como estudios de las proteínas codificadas presentes en extractos proteicos obtenidos a partir de cultivos celulares de la cianobacteria. Una vez caracterizados los genes codificantes, se procedió al estudio de su expresión, en cultivos sometidos a distintas condiciones ambientales, que favorecen la proliferación celular y/o biosíntesis de microcistinas (variaciones de intensidad lumínica, concentraciones de nutrientes). Los estudios de expresión se llevaron a cabo mediante metodologías basadas en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), RT-PCR y PCR en tiempo real. Como resultado se obtuvo la primera caracterización molecular de las enzimas del metabolismo de la sacarosa en una cianobacteria unicelular capaz de producir una floración y su expresión en distintas condiciones ambientales.

Financiado por la ANPCyT (PICT N° ), el CONICET (PID 6105), la Univ. Nac. de Mar del Plata

## **ESTUDIOS FISIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS SOBRE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO Y LA FORMACIÓN DE “BLOOMS” EN ANABAENA SP.**

Carolina N. Nishi y Graciela L. Salerno

Centro de Investigaciones Biológicas (FIBA) – Centro de Estudios de Biodiversidad y Biotecnología de Mar del Plata (CEBB-MdP, INBA-CONICET), Buenos Aires, Argentina, Vieytes 3103, 7600 Mar del Plata, Argentina

Las cianobacterias se encuentran en una gran diversidad de ambientes. En cuerpos de aguas eutrofizados, ciertas especies cianobacterianas pueden proliferar masivamente generando floraciones superficiales (“blooms”) y producir toxinas, perjudiciales para la salud humana y animal. Las cianobacterias involucradas en la formación de floraciones pertenecen a un gran número de géneros e incluyen especies tanto unicelulares como filamentosas, dentro de las cuales se encuentra el género *Anabaena*. Sin embargo, dentro de este mismo género se agrupan especies y cepas productoras de toxinas y otras que no lo hacen.

El nitrógeno es un nutriente de particular importancia para las cianobacterias que generan floraciones superficiales, dado que es un componente esencial en la síntesis de las vesículas de gas que les permite a las células cianobacterianas flotar dentro de la columna de agua, y subir a la superficie cuando se desarrolla una proliferación masiva. Asimismo, la flotabilidad de dichos organismos es dependiente del grado de “*lifting*” provisto por las vesículas de gas que contrarrestan la densidad de los componentes celulares. Es así que pueden regular la densidad celular ante cambios ambientales mediante la acumulación de por ej. hidratos de carbono derivados del proceso de fotosíntesis, y su catabolismo mediante el proceso de respiración y/o su interconversión en moléculas que proporcionen menor densidad celular. Existe una fina interregulación e interacción entre el metabolismo del carbono y nitrógeno. En nuestro laboratorio, estudiamos en una cepa de *Anabaena*, cianobacteria filamentosas fijadora de dinitrógeno la relación entre el metabolismo de la sacarosa y la asimilación del N<sub>2</sub> atmosférico. Los resultados obtenidos muestran que el metabolismo de la sacarosa se encuentra involucrado en la respuesta a distintos estreses ambientales. En los estratos inferiores de las floraciones en los cuerpos de agua existe un gradiente de luz y O<sub>2</sub> desde mayores concentraciones en los estratos superiores o superficiales. Nuestros resultados indican que la hidrólisis de la Sac mediante las Invertasas alcalino neutras (Inv-A/N) se encuentra inducido luego de incubaciones en muy baja intensidad de luz y en oscuridad, condiciones similares a la de las células sombreadas por una proliferación superficial. Por otro lado, está ampliamente aceptada la relación entre la deficiencia de nutrientes como el nitrógeno con la formación de floraciones cianobacterianas. Resultados obtenidos recientemente en nuestro laboratorio indican que existiría un ciclo de Sac en condiciones de crecimiento diazotrófico asociado a un aumento en la síntesis y degradación de la Sac, lo que constituiría un punto de fina regulación para modular las tasas de fotosíntesis y respiración, manteniendo el potencial osmótico, controlando la acumulación de azúcares y promoviendo la señalización por azúcares. Por último, en los cuerpos de agua en donde pueden tener lugar floraciones, se han observado altas tasas de irradiancia lumínica, lo que implicaría una alta tasa de evaporación y consecuente concentración de sales, lo cual sería de gran importancia en estuarios. Es así que se ha estudiado el efecto del estrés salino sobre el metabolismo de la Sac en *Nostoc* sp. Nuestros resultados indican que existe una inducción de los genes involucrados en la hidrólisis de la Sac en respuesta al estrés salino. En conclusión, los resultados obtenidos indican que se deberán profundizar los conocimientos sobre el metabolismo del carbono, la asimilación del nitrógeno y la respuesta a diversos estreses ambientales, para obtener información sobre la ocurrencia de floraciones cianobacterianas. Nuestro próximo objetivo será realizar un estudio similar en una cepa nativa aislada de una floración de Argentina.

## **DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA CUANTIFICAR LA EXPRESIÓN DE TOXINAS DE CYLINDROSPERMOPSIS RACIBORSKII EN ECOSISTEMAS LÍMNICOS DE URUGUAY BASADO EN PCR EN TIEMPO REAL**

Natalia Rigamonti

Departamento de Microbiología. Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable.  
Montevideo, Uruguay.

Las floraciones de cianobacterias son fenómenos que ocurren frecuentemente en los ecosistemas acuáticos límnicos y se han incrementado en las últimas décadas debido a la eutrofización y el cambio climático. Entre las especies que producen floraciones se encuentran muchas que son potencialmente tóxicas, provocando el deterioro de la calidad del agua. Las toxinas producidas por cianobacterias (cianotoxinas) pueden ser hepatotóxicas y/o neurotóxicas. Por esto las floraciones de cianobacterias deben ser combatidas en estadios tempranos de su desarrollo, siendo necesario predecir el fenómeno para aplicar medidas preventivas. La cianobacteria filamentosa *Cylindrospermopsis raciborskii* constituye un gran riesgo por su aparente comportamiento invasor hacia latitudes templadas y alta toxicidad. Dicha cianobacteria produce las toxinas cylindrospermopsina (CYN), que causa la inhibición irreversible de la fosfatasa del hígado, tumores y diarreas y saxitoxina (SXT), que bloquea el flujo de sodio en la membrana celular resultando en parálisis muscular. Al presente en Uruguay se han aislado e identificado dos morfotipos en floraciones ocurridas en lagos someros de Maldonado y Canelones destinados a la potabilización y a la recreación, respectivamente. Estos aislamientos no producen concentraciones detectables de cianotoxinas en condiciones óptimas de crecimiento. Sin embargo, se espera que la producción de toxinas aumente en condiciones ambientales subóptimas como el estrés por nutrientes. El objetivo de este trabajo es estudiar la expresión de CYN y SXT en cepas de cultivadas en distintas condiciones de estrés ambiental (variaciones en la disponibilidad de nitrógeno y fósforo) mediante PCR en tiempo real (PCR-TR). Para esto se extrajo ARN total de cultivos de esta cianobacteria crecida en distintas condiciones, se obtuvo ADNc y se cuantificó para su empleo en PCR-TR. Los cebadores para los genes *aoaA* (amidinotransferasa de la ruta biosintética de la cylindrospermopsina) y *stx1* (O-carbamiltransferasa involucrada en la síntesis de saxitoxinas) se diseñaron en este estudio y como control interno se empleó el gen ARNr 16S de cianobacterias. La especificidad de los cebadores fue verificada por secuenciación de los productos de PCR y la amplificación por PCR-TR se puso a punto utilizando SyberGreen para la detección. Los resultados obtenidos hasta el momento son preliminares y han permitido comprobar la eficiencia de los métodos de extracción de ARN, la especificidad de los cebadores y la posibilidad de detectar diferencias en la expresión de los genes para las cianotoxinas ensayadas en distintas condiciones.



**Biodynamics**

Reactivos de Biología Molecular Cultivos de Células Plásticos y Pipetas Equipos para Laboratorio

© 2005 Biodynamics SRL

Av. De Mayo 1370-Buenos Aires-Argentina info@biodynamics.com.ar Te: 54-11-4383-3000 Fax: 54-11-4384-7316



imagination at work

**AMERSHAM BIOSCIENCES ARGENTINA S.A.**

Montañeses 2820

(C1429BLB) Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Tel: (54 11) 4576-3030 Fax: (int 113)

Email: [sales.ar@amersham.com](mailto:sales.ar@amersham.com)

URL: [www.amershambiosciences.com](http://www.amershambiosciences.com)



Invitrogen Argentina S.A.

**Iturri 1474 – C1427AED**

**Ciudad Autónoma de Buenos Aires**

**Tel:+54 11 4556 0844**

**Fax:+54 11 4556 0744**



## **CARL ZEISS ARGENTINA S.A.**

Nahuel Huapi 4015

BUENOS AIRES

ARGENTINA

Web: <http://www.zeiss.de>

Instrumental Médico Óptico, Producción



## **LABORATORIOS BIAGRO S.A**

Parque Industrial Gral. Las Heras

Casilla de correo N° 4 (1741) Gral Las Heras

Pcia. Bs. As. - Argentina



**Carlos Pellegrini 755- Piso 9 – (C1009ABO) – Tel./Fax: 4326-5205 / 4322-6341**

**[www.microlat.com.ar](http://www.microlat.com.ar) [ventas@microlat.com.ar](mailto:ventas@microlat.com.ar)**

**NIKON – THERMO FORMA – THERMO SORVALL – THERMO LABSYSTEMS THERMO  
HYBAID – THERMO IEC – THERMO SAVANT – THERMO SHANDON – FOTODYNE –  
CONVIRON - OHAUS – BIOLOGIX –  
TELEDINE ISCO – SPEX JOBIN YVON**

## Especialistas en Filtración Industrial y Control de Calidad

**Trabajamos junto a nuestros clientes para optimizar los procesos de análisis del medio ambiente.**



REPRESENTADA



**Kits para análisis de agua**

**Viales para Demanda Química de Oxígeno (DQO)**



- Reduzca hasta un 30% su costo actual de análisis.
- Compatibles con el instrumental de otras marcas.

**Distribuidor oficial en Mar del Plata**

Remedios de Escalada 1036 (7600) - Mar del Plata - Pcia. de Bs. As.  
Tel/Fax (0054) (0223) 478-0391  
mardel-labequipamiento@speedy.com.ar



**0810-555-MICRO (64276) - info@microclar.com  
www.microclar.com**



Sheila Pontis – Graphic Design E-mail: s.pontis2@lcc.arts.ac.uk



ZEU-INMUNOTEC S.L.-Polígono PLAZA, C/Bari, 25 Duplicado - 50197- Zaragoza (SPAIN)-Tel. + (34) 976 731533 Fax: + (34) 976 524078



**tecnolab s.a.**

Fundada en 1978, importa y distribuye en el Mercosur, una amplia gama de Reactivos e Instrumentos destinados a Química Clínica, Inmunología, Inmunopatología, Histocompatibilidad, Virología y Biología Molecular.

**oficinas centrales**  
av. alvarez thomas 198  
2º piso j . c1427ccc  
capital federal . argentina  
tel. 54 11 4555 0010  
fax 54 11 4553 3331  
info@tecnolab.com.ar  
www.tecnolab.com.ar

**depósito**  
charlone 144 . c1427bxd  
capital federal . argentina  
tel. 54 11 4553 1293

**service**  
estomba 986 . c1427cov  
capital federal . argentina  
tel. 54 11 4554 3773

ISO 9001



ALTA RESOLUCIÓN ALTA VELOCIDAD ALTA PERFORMANCE ALTA EXPANSIBILIDAD ALTA PRECIÓN ALTA DURABILIDAD  
 ALTA RESOLUCIÓN ALTA VELOCIDAD ALTA PERFORMANCE ALTA EXPANSIBILIDAD ALTA PRECIÓN ALTA DURABILIDAD  
 ALTA RESOLUCIÓN ALTA VELOCIDAD ALTA PERFORMANCE ALTA EXPANSIBILIDAD ALTA PRECIÓN ALTA DURABILIDAD

# ¡SE ACABÓ LA DISCUSIÓN! ALL IN ONE

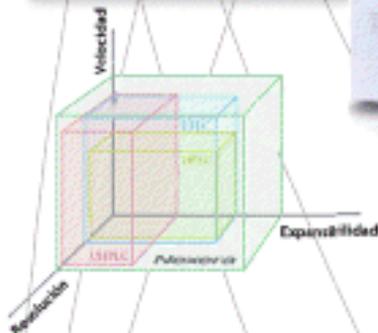
ALTA VELOCIDAD ALTA PRESIÓN ALTA EXPANSIBILIDAD ALTA RESOLUCIÓN ALTA DURABILIDAD ALTA PERFORMANCE

**SHIMADZU**

## Nexera

ULTRA HIGH PERFORMANCE ALL IN ONE LIQUID CHROMATOGRAPH  
 TODO EN UNO: UHPLC/UFLC/HPLC

Reproducibilidad a ultra-alta velocidad  
 Mayor duración de los sellos  
 Límite de presión 130 MPa (19.000 psi)  
 Horno de Columnas (hasta 150°C)



Columnas: partículas de 1.6 µm, tamaño de poro 8nm  
 Funciones de pre-tratamiento en variadas aplicaciones  
 Adición de estándar interno  
 Derivatización on-column

SHIMADZU BIOTECH  
 Analiza cualquier cosa



Shimadzu Biotech  
CNF  
Imprinta Óptica



Shimadzu  
BioSpec-evo  
EV-6400



Shimadzu Kratos  
AXIMA - TQF2



Shimadzu Biotech  
Xcels  
Procesador Automático de Gelos



Biocho-Gel  
CT-15  
BiochoGel



Shimadzu  
PPSD-30/33  
Secuenciador Automático de Proteínas



Shimadzu Biotech  
MCE-202 MultiNA  
Sistema de análisis de ADN/ARN

Cromatografía Gaseosa  
 Cromatografía Gaseosa acoplada a masas  
 UV-Visible  
 Infrarrojo lejano en Transformadas de Fourier

Espectrometría Raman  
 Fluorescencia  
 Difracción de Rayos X  
 Analizadores por Difracción Láser

Fluorescencia Ra  
 Balanzas Analíticas y granatarias  
 Térmica Diferencial de barrido  
 DTA/TER simultáneas

Análisis Termogravimétrico  
 Accesorios para Análisis Térmico  
 Análisis Termomecánico  
 Accesorios para análisis térmico



# Espectrómetro de masas Triple Cuadrupolo **AB SCIEX 5500 Q-TRAP**



## EL LC-MS-MS MÁS SENSIBLE Y ROBUSTO DEL MUNDO

El **AB SCIEX 5500 Q-TRAP** es el espectrómetro de masas de triple cuadrupolo más sensible del mercado diseñado para ofrecer el mínimo nivel de ruido y la máxima robustez para las matrices más complejas y exigentes.

### BIOTECNOLOGÍA



AB SCIEX es la compañía líder a nivel mundial en la fabricación, diseño y distribución de sistemas de espectrometría de masas y ahora es parte de la corporación Danaher. AB SCIEX operó por más de 20 años como Applied Biosystems en Joint Venture con MDS Analytical.

Av. Alvarez Thomas 228 | Buenos Aires | Tel.: (011) 4014-5300  
 Fax: (011) 4014-5353 | info@jenck.com | www.jenck.com

