

PRIMERAS JORNADAS SOBRE EUTROFIZACIÓN
Y FLORACIONES ALGALES NOCIVAS EN EL RÍO
URUGUAY, CARU - I FAN 2015
LIBRO DE RESÚMENES



CARU



Comisión Administradora
del Río Uruguay

19 al 21 de agosto de 2015 / Colón, Entre Ríos, Argentina

AUTORIDADES

La Comisión Administradora del Río Uruguay (C.A.R.U.) está integrada por diez (10) Delegados, cinco (5) por cada país Parte. La Presidencia y la Vicepresidencia son ejercidas, por períodos anuales y en forma alternada, por los Presidentes de la Delegación de cada País. La presidencia actual de la Comisión la ejerce el Emb. Hernán Darío Orduna y el Vicepresidente Capitán de Navío (R) Gastón Silberman.

En la actualidad la nómina de Delegados por cada Parte es la siguiente:

Delegación Uruguay

Presidente:

Capitán de Navío (R) Gastón
Silberman

Vicepresidente:

Arq. Rogelio Texeira

Delegados:

Capitán de Navío (CG) Mario
González Valcarce
Ing. Quim. Silvia Aguinaga

Delegación Argentina

Presidente:

Emb. Hernán Darío Orduna

Vicepresidente:

Dr. Héctor Ramón Rodríguez

Delegados:

Prof. Horacio Melo
Ing. Héctor Retamal
Dr. Rodolfo Ojea Quintana

Comisión Organizadora de las Jornadas

Fernando H. Gauna, Héctor Procura, Jorge Blasig, Mariel Bazzalo, Natalia Rougier, Pilar Ojeda, Sulima Lauría, Walter Barrios

Comité Científico de las Jornadas

Mag. Lizet De Leon Hernandez (C.A.R.U.-DINAMA), Ing. Químico José Eliseo Lobos (C.A.R.U.- INA), Dra. Irina Izaguirre (C.A.R.U.-CONICET-UBA), Dra. Inés O'Farrell (C.A.R.U.-CONICET-UBA), Dra. Andrea A. Drozd (C.A.R.U.UNLP-UNDEA), Mag. Virginia Fernández (C.A.R.U.-UdelaR), Lic. Mariel Bazzalo (C.A.R.U.), Dra. Natalia Rougier (C.A.R.U.), Ing. Químico Jorge Blasig (C.A.R.U.)

RESEÑA HISTÓRICA Y FUNCIONES DE LA C.A.R.U.

La Comisión Administradora del Río Uruguay es un Organismo Internacional creado por la República Argentina y la República Oriental del Uruguay a través del Estatuto del Río Uruguay, suscripto el 26 de Febrero de 1975. La C.A.R.U. se constituye formalmente en su sede de la ciudad de Paysandú con fecha 22 de noviembre de 1978.

En su seno ambos países hallan, mediante la adopción de decisiones conjuntas recaídas en cuestiones de interés común, la deseada coordinación de sus actuaciones, experiencias y aspiraciones. A dichos efectos se le ha dado la responsabilidad de llevar a cabo todas aquellas tareas integrantes de su amplia competencia en aras de velar por la constante obtención de la finalidad que motiva su existencia.

Algunas de las funciones establecidas en el Estatuto del Río Uruguay, el Estatuto de la CARU y el Digesto sobre Uso y Aprovechamiento del "Río Uruguay" comprenden:

A) Dictado de Normas sobre:

- Seguridad de la navegación en el Río y uso del Canal Principal.
- Conservación y preservación de los recursos vivos.
- Practicaje.
- Prevención de la contaminación.
- Tendido de tuberías y cables subfluviales o aéreos.

B) Coordinar:

- La realización conjunta de estudios e investigaciones de carácter científico, especialmente los relativos al levantamiento integral del Río.
- La adopción de planes, manuales, terminología y sistemas de comunicación comunes en materia de búsqueda y rescates.

C) Establecer:

- Los volúmenes máximos de pesca por especie y ajustarlos periódicamente.
- El régimen jurídico – administrativo de las obras e instalaciones binacionales que se realicen y ejercer su administración.

D) Transmitir en forma expedita, a las Partes, las comunicaciones, consultas, informaciones y notificaciones que se efectúen de conformidad con el Estatuto.

Asimismo, en el marco de las Instrucciones Presidenciales impartidas el 2 de junio de 2010 y el 28 de julio de 2010, del Acuerdo por Canje de Notas del 30 de agosto de 2010 y su Complemento del 14 de noviembre de 2010 de los Cancilleres de Argentina y Uruguay, la CARU tiene la responsabilidad de: Monitorear la Planta Orión (UPM-ex Botnia), dentro de la Planta Orión (UPM-ex Botnia) y en el Río Uruguay en la zona de potencial influencia de la Planta Orión (UPM-ex Botnia); Monitorear la desembocadura del Río Gualedaychú en el Río Uruguay; Monitorear todos los establecimientos industriales, agrícolas y centros urbanos que vuelcan sus efluentes al Río Uruguay y sus áreas de influencia y Monitorear la calidad de las aguas del Río Uruguay.

En tanto que el Acuerdo Ministerial de Cancilleres del 13 de marzo de 2014 dio instrucciones a la CARU para el dragado y balizamiento del Río Uruguay desde el Km 0 hasta el km 206,8 y aprobó los términos de referencia para que CARU convoque a la licitación pública binacional para los estudios de la factibilidad técnica, económica y ambiental para la construcción de un Puente Internacional sobre el Río Uruguay que unirá a las ciudades de Monte Caseros (RA) con la ciudad de Bella Unión (ROU).

OBJETIVOS Y TEMARIO DE LAS JORNADAS

En el marco del cumplimiento de sus objetivos específicos, la Comisión Administradora del Río Uruguay organiza las PRIMERAS JORNADAS SOBRE EUTROFIZACIÓN Y FLORACIONES ALGALES NOCIVAS (FAN) EN EL RÍO URUGUAY entre el 19 y el 21 de agosto de 2015. Los objetivos de las Jornadas son actualizar la información sobre el ecosistema del Río Uruguay y promover el desarrollo de nuevas investigaciones sobre este ecosistema. Los temas centrales de las jornadas están referidos principalmente a la problemática del Río Uruguay. No obstante, se incluyen trabajos sobre la misma temática de otros ambientes acuáticos:

I - Estudios de caso: trabajos realizados, en curso o identificados como necesarios vinculados con pulsos de inundación, derrames, floraciones de diversas especies, contaminación bacteriana, intoxicaciones asociadas a floraciones algales (animales y humanas), otros.

II - Cambios de situación en el Río y sus servicios ambientales: desarrollo del turismo y cómo la eutrofización ha afectado esta industria; problemas de salud humana y animal vinculados con la calidad del agua del Río; importancia del Río en la educación ambiental formal y no formal, otros.

III - Investigación (a-finalizada; b- en curso, c- o identificada como necesaria), sobre diversos temas relativos a la eutrofización y desarrollo de floraciones algales en el Río: Ecología y Limnología, Fitoplancton en general, Contaminantes que contribuyan a la eutrofización (agroquímicos, municipales, industriales), Métodos de detección de floraciones, de análisis y modelación; otros.

IV - Otros: se refiere a temas no considerados dentro de las temáticas definidas pero que son pertinentes porque tienen relación con la eutrofización y desarrollo de floraciones algales en el Río Uruguay.

INDICE DE SECCIONES

CONFERENCIAS	7
MESAS REDONDAS	19
SESIONES ORALES	33
SESIONES DE PANELES	59

CONFERENCIAS

Ecology and physiology of cyanobacteria: main gaps and challenges to toxic cyanobacteria issues in Latin America

Azevedo Sandra M. F. O.

Biophysics Institute Carlos Chagas Filho – Federal University of Rio de Janeiro - Brazil

In Latin America as elsewhere the observation of occurrence of toxic cyanobacterial blooms began in the first half of the 20th century. However, the advancement of knowledge about the physiological processes, biochemical and molecular effects from exposure to these toxins occurred more slowly and late than the understanding of the environmental factors that determines the dominance of cyanobacteria. In Brazil toxicological studies with cyanobacteria started at the beginning of the 1990s. However, only after an incident involving the intoxication of patients with chronic renal failure in 1996, this matter came to be considered also relevant for public health. After about 3 decades, we can observe that there are now research groups working in virtually all aspects of the causes and consequences of toxic cyanobacteria blooms. However, the distribution of these groups is still very heterogeneous and integrating this knowledge is still far from being achieved. We have had a major breakthrough in studies of management and treatment of water for public supply, in environmental aspects relate with cyanobacteria growth and dominance and in toxicology and ecotoxicology of some cyanotoxins. But still little advance in cellular and molecular studies have been observed. Advance on these areas allow us to understand the mechanisms controlling the synthesis of cyanotoxins and their effects on aquatic community. During this lecture it will be presented what we are already doing in Brazil and which topics need cooperation of Latin American researchers to advance in solving these gaps and challenges.

Cyanobacterial blooms in a changing world: Causes, consequences and control

Lürling Miquel

Aquatic Ecology & Water Quality Management Group, Department of Environmental Sciences,
Wageningen University, P.O. Box 47, 6700 AA, Wageningen, The Netherlands

In our rapidly changing world, cyanobacterial blooms are expected to become more frequent, longer lasting and more intense. One of the underlying assumptions is that cyanobacteria have higher growth rates at high temperatures than their eukaryote competitors. However, blooms can only be build when cyanobacteria are not grazed down and have sufficient building blocks available to cement high biomass. I will present an overview of an exploration of the susceptibility of temperate surface waters to nutrient enrichment and temperature elevation using bioassays with natural seston from different water bodies, covering a broad range from oligotrophic to hypertrophic conditions, as well as whole lake surveys. The results show that when competitors and grazers are present, the response of cyanobacteria to warming is stronger than the response of eukaryote algae. Enhanced nutrient loadings strongly favoured cyanobacteria, but only in eutrophic waters reflecting resilience of oligotrophic waters.

One of the main reasons why cyanobacteria blooms are considered a nuisance is the ability of many strains to produce potent toxins thereby potentially presenting a severe threat to wildlife, cattle and humans. Cyanotoxin analysis (microcystins) revealed that the microcystin content of cyanobacteria might decrease at elevated temperatures. Hence, although the total cyanobacterial biomass is likely to increase under future scenarios, overall bloom toxicity might not necessarily increase at similar rates. A few cases will be presented in which animal intoxication could be linked to cyanobacteria illustrating the potency of the toxins and underpinning the importance in managing blooms.

The last part of the presentation will be devoted to managing eutrophication and mitigating cyanobacterial nuisance. I will highlight the importance of a system analysis that will guide authorities towards the most promising set of measures. Depending on the system such management tools can preventive or curative.

Nuevas Tecnologías de Remoción de Nitrógeno y Fósforo en Aguas Residuales

Magaz Graciela Elisabet

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales Aplicadas. Universidad de Belgrano. Villanueva 1345. Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- graciela.magaz@comunidad.ub.edu.ar

El concepto de eutrofización describe la transformación natural de los cuerpos de agua dulce en zonas calmas. Existe una relación entre este proceso y el aporte de carga de fósforo y/o nitrógeno en una tasa mayor a la que el sistema acuático puede procesar. El origen puede ser diverso, destacándose como aportes puntuales los residuos sólidos urbanos, domésticos e industriales, y los aportes difusos por escorrentía, mayoritariamente inorgánicos, provenientes de la actividad agrícola-ganadera. Por eso es importante mejorar la calidad de los vertidos a estos cuerpos receptores con el fin de controlar el aporte de nutrientes, aplicando tecnologías de tratamiento para la remoción de nitrógeno y fósforo.

La reducción de los aportes puntuales de nitrógeno no impide el crecimiento de algas, ya que puede haber especies fijadoras de nitrógeno atmosférico. Por esta razón, se debe realizar en forma conjunta el control del fósforo.

Las plantas depuradoras de efluentes cloacales así como de las de tratamiento de efluentes industriales, que vierten las aguas tratadas a cuerpos receptores con algún grado de eutrofización, deben contar con sistemas de remoción de nutrientes para cumplir con las regulaciones ambientales jurisdiccionales. En muchos casos, se argumenta que esto no es posible debido al aumento de costos que implica la incorporación de un módulo de tratamiento terciario.

En este trabajo se presentan algunas tecnologías innovadoras que resultan eficientes para este objetivo, incluyendo la recuperación de fosfato a través de la cristalización como hidroxiapatita, durante el proceso de depuración de aguas; ensayos experimentales utilizando filosilicatos para la retención de fosfato en los sistemas de tratamiento, que muestran buenos porcentajes de sorción, aunque se requieren más experiencias para poder establecer las mejores condiciones de operación.

Además, se muestra la aplicación a nivel industrial de procesos basados en bacterias anammox y nuevos sistemas basados en biopelículas, que permitirán aumentar la remoción de nitrógeno en procesos de tratamiento, con menor producción de barros y reducción del consumo energético.

Estudio de la calidad del agua en el río Uruguay en el bienio 2013-2014: vigilancia de playas y estado trófico

De León Lizet, Izaguirre Irina, Lobos José, Drozd Andrea, O'Farrell Inés, Fernández Virginia, Rougier Natalia, Blasig Jorge, Ojeda Pilar, Procura Héctor, Bazzalo Mariel

Comisión Administradora del río Uruguay (CARU) - mbazzalo@caru.org.uy

La Comisión Administradora del Río Uruguay, como organismo binacional, es responsable de establecer los mecanismos necesarios para el óptimo y racional aprovechamiento del Río Uruguay. Una de sus funciones es “coordinar los estudios e investigaciones de carácter científico, especialmente los relativos al levantamiento integral del río”. En ese marco, la subcomisión de Medio Ambiente y Uso Sostenible del Agua a través de la Secretaría Técnica, lleva adelante el Programa de Vigilancia y Estado Trófico de Playas del Río Uruguay desde 2011. En este trabajo se presentan los resultados correspondientes al período 2013-2014. Se realizaron 105 campañas en 37 sitios entre Nueva Palmira y Bella Unión/Monte Caseros, con una frecuencia semanal en verano a mensual el resto del año. Los resultados físicos, químicos y biológicos muestran diferencias estacionales y espaciales entre los muestreos de invierno y verano, así como entre los ambientes del embalse y los tramos aguas abajo. La transparencia, la conductividad y los compuestos fosforados mostraron una tendencia al incremento hacia la desembocadura, mientras que los sólidos suspendidos y los compuestos nitrogenados registraron una tendencia decreciente. De acuerdo a los datos de clorofila a, la sección del embalse de Salto Grande se puede caracterizar como eutrófica a hipereutrófica, mientras que el tramo aguas abajo de la represa como eutrófico a mesotrófico, con playas más productivas hacia la desembocadura. Las cianobacterias potencialmente formadoras de floraciones estuvieron principalmente representadas por especies de los géneros *Microcystis* y *Dolichospermum*. Las mayores abundancias de cianobacterias se registraron en los períodos cálidos y en el embalse. Por otro lado, aguas abajo del embalse se diferenciaron claramente dos zonas, una aguas arriba del Ñandubaysal/ Nuevo Berlín y otra aguas abajo de estas localidades. Los niveles de coliformes fecales en las playas del embalse y del tramo del río aguas bajo de la represa superaron en el 24% de los resultados, los valores estándares de calidad que establece el Digesto de CARU. Se verificaron diferencias significativas entre las playas del embalse y del río y entre ambos márgenes en la concentración de coliformes. Se identifica el efecto del turismo en la concentración de coliformes fecales en las playas de todo el sistema. También se analizó el estado trófico del sistema a través de un análisis multitemporal de teledetección donde se relacionaron la concentración de clorofila a y variables climáticas. Los resultados principales mostraron que los brazos del margen derecho del Embalse presentaron patrones de floraciones algales que estuvieron asociadas entre sí pero no con el cauce central ni con los brazos del margen izquierdo. La variable climática más relacionada con la biomasa algal fue la temperatura atmosférica.

Human exposure to microcystins: acute and long-term toxicity

Dietrich Daniel R.

Department of Human and Environmental Toxicology, Faculty of Biology and Natural Sciences, University of Konstanz, Universitätsstrasse 10, 78457. Germany.

Microcystins (MCs) are cyclic heptapeptide toxins produced by a variety of cyanobacteria and have become infamous especially in conjunction with massive harmful algae blooms (HABs). At the molecular level MCs interact with a number of cellular proteins containing sulfhydryl-amino acids (methionin, cystein) or the hydroxy-containing serine and threonine. Prominent amongst the latter are the ser/thr protein phosphatases (PPP) that are critical enzymes in the homeostasis of the cellular scaffold, cellular function as well as central to cell division and apoptosis. Human exposure to MCs can occur via oral uptake, the inhalatory route or upon accidental intravenous application via contaminated medical fluids or apparatuses. The most common oral exposure results primarily from contaminated drinking water, food (fish, shellfish and vegetables/salads) and food supplements (cyanobacterial products) and less frequently from accidental ingestion during water sports. Another, albeit less well documented exposure route is via inhalation, where primarily inhabitants or frequent users of surface waters are intermittently or chronically exposed to HABs and thus to aerosols containing cyanobacterial cells and toxins. Upon oral exposure to high concentrations of MCs intense diarrhea, loss of fluid and liver damage will ensue, and, in very severe cases, will result in liver failure, multi-organ failure and the death of the exposed person. In less severe cases, the evolving liver and kidney toxicity will render the exposed person severely morbid. Organ toxicity and loss of function both result from PPP inhibition and thus abrogated cellular scaffold homeostasis and phospho-enzyme function. Much less is known regarding the consequences of intermittent or chronic exposure of humans to MCs. However, recent research on the transport of MCs in the body (kinetics) demonstrated that MCs require organic anion transporting polypeptides (OATPs) to enter cells. The latter also explains the fact that primarily the gastrointestinal tract, the liver and kidney as well as possibly the brain may be affected by MCs. Indeed, OATPs are expressed in all of the latter organs, at the blood-brain barrier and in human neuronal cells. Based on these findings it can be assumed that chronic exposure to MCs may result in a low but important exposure of neuronal cells and thus to the inhibition of PPPs critical for neuronal function. Indeed, the most recent research from our lab demonstrated that human central nervous neuron neurite lengths are affected by MCs and thus could lead to reduced neuronal functionality. Whether or not MCs and the ensuing hyperphosphorylation of cellular proteins could also contribute to the development or propagation of neurodegenerative diseases e.g. Alzheimer, ALS or Parkinsons is currently being investigated.

Combinación de medidas internas y externas para la remediación de un cuerpo de agua costero con intensas floraciones algales

Ruibal Conti Ana Laura

Instituto Nacional del Agua - Centro de la Región Semiárida en Córdoba, Argentina.

La eutrofización y el desarrollo masivo de cianobacterias es un problema que afecta numerosos cuerpos de aguas tanto dulces como salinos. La presente charla presentará la problemática de la eutrofización en el contexto de un estuario ubicado en Australia Occidental. A través de la descripción de este caso de estudio se tratarán aspectos relacionados a las causas de la eutrofización, al manejo de floraciones de algas (plancónicas y bentónicas) y la recuperación del cuerpo de agua. Se presentará la experiencia recogida sobre los aspectos positivos y negativos de medidas de gestión tomadas a nivel de cuenca y a nivel del cuerpo de agua para controlar el desarrollo masivo de cianobacterias a lo largo de un periodo de 25 años de monitoreo y estudio de la calidad de sus aguas. Asimismo, se mencionará la influencia de la variabilidad climática sobre estas medidas de remediación.

Nuevos aportes para el análisis de microcistinas: desafíos analíticos y de gestión

Brena B. M (2, 4)

(1) Cátedra de Inmunología, Facultad de Química, Udelar - (2) Cátedra de Bioquímica, Facultad de Química, Udelar - (3) Cátedra de Farmacognosia y Productos Naturales, Facultad de Química, Udelar - (4) Servicio de Evaluación de Calidad y Control Ambiental, Intendencia de Montevideo, Montevideo, Uruguay. - bbrena@fq.edu.uy

Las cianobacterias producen un amplio espectro de metabolitos tóxicos, destacándose las microcistinas (MCs), familia de más de ochenta heptapéptidos cíclicos con relación estructura/toxicidad muy variable. Esto complica la determinación analítica que requiere métodos costosos, de alta selectividad y especificidad como el LC-MS/MS. Dado que la determinación de microcistinas es crítica para la protección de la salud humana y ecosistémica, para monitorear su impacto se requiere desarrollar y validar metodologías sencillas y de bajo costo. Para ello desarrollamos dos inmunoensayos ELISA: uno policlonal (en uso desde 2003) y este año un monoclonal basado en anticuerpos de llama (nanobodies). Los ELISA son muy simples, no requieren equipos costosos y ofrecen una respuesta global hacia la mayoría de las variantes de MC, según la especificidad del anticuerpo, pero no aportan información de los congéneres individuales. Para determinar las diferentes variantes químicas de manera rápida y sencilla, implementamos metodologías de MALDI/TOF cuantitativas (QMALDI) mediante el desarrollo de estándares internos fácilmente sintetizables. El QMALDI es un método de alto rendimiento con muy bajo costo operativo, pero que no detecta variantes hidrofóbicas (Ej: MC-LA) por lo que actualmente trabajamos en estrategias de modificación química para su identificación. Para una adecuada interpretación de los resultados se deben valorar las ventajas y limitaciones de cada método, siendo esencial la inter-comparación de resultados. Para ello, se seleccionó una colección de treinta muestras de diversos cursos de agua (0-16000 µg/L MCs), comparándose los resultados de ambos ELISA y el QMALDI con LC-MS/MS, como método de referencia. Los ELISA fueron los métodos más sensibles para muestras directas (Limite Cuantificación, LQ para LR policlonal 0,2 µg/L; monoclonal 0,1 µg/L), mientras que los métodos instrumentales tienen mayor LQ (QMALDI < 7 µg/L; LC-MS/MS: 10 µg/L). Todos los métodos evaluados presentaron alta correlación con LC-MS/MS. QMALDI y LC-MS/MS mostraron la mejor correlación para la microcistina LR ($r = 0,977$) en comparación con RR ($r = 0,928$) y YR ($r = 0,874$). La correlación de los ELISA con los valores esperados de acuerdo con LC-MS/MS fue muy buena para el policlonal ($r = 0,935$) y excelente para el monoclonal ($r = 0,992$). El ELISA monoclonal evidenció una selectividad extraordinaria por lo que se desarrollará un kit para facilitar su uso.

Colaboradores: Pirez M. (1), Del Puerto L. (2); Pérez-Parada A. (3), Saona G. (4), González-Sapienza G. (1)

Interacción entre el mejillón dorado *Limnoperna fortunei* y las floraciones de cianobacterias en el embalse de Salto Grande

Cataldo Daniel (1,2,3)

(1) EGE-FCEN-UBA – (2) IEGEBA-CONICET – (3) MACN-CONICET – (4) CTMSG
daniel@ege.fcen.uba.ar

Limnoperna fortunei es un molusco invasor originario del sudeste asiático, detectado por primera vez en el Embalse de Salto Grande en el año 2000. Se trata de una especie epifaunal que vive adherida a todo tipo de sustratos duros, con altas tasas de crecimiento y filtración y un gran poder de dispersión mediante larvas planctónicas, convirtiéndose rápidamente en la especie macrobentónica dominante en los ambientes invadidos. Estudios experimentales en el lago de Salto Grande demostraron que *Limnoperna* ejerce un control por pastoreo sobre el bioeston provocando la disminución en la abundancia de algas fitoplanctónicas en general, e incrementando las concentraciones de nitratos y, sobre todo, fosfatos y amonio. La disminución de la concentración de la mayoría de las microalgas y la mayor disponibilidad de nutrientes favorecen a otras especies autotróficas que por su tamaño o por su ubicación en el ecosistema no puedan ser predadas por el invasor. La presencia del mejillón produce un incremento en el perifiton, la vegetación fanerogámica (observado en el Embalse Río Tercero, Córdoba), metafiton (lagos poco profundos), y en el caso del embalse de Salto Grande promueve las floraciones de cianobacterias productoras de cianotoxinas. Este fenómeno puede deberse a tres factores concomitantes. En primer lugar, la mayor disponibilidad de nutrientes, y principalmente los cambios en la relación N:P debidos a la mineralización por parte del mejillón, favorecen de manera diferencial a las cianobacterias, menos dependientes del N disuelto en el agua. En segundo lugar, *Limnoperna* consume principalmente partículas pequeñas ($<100\ \mu\text{m}$), y en consecuencia ejerce mayor presión de filtración sobre éstas, aumentando la proporción de las de mayor tamaño, en particular de las colonias. Finalmente, la formación de colonias por parte de especies que pueden estar tanto en estado de células aisladas como de agrupaciones coloniales, puede deberse a estímulos químicos producto de la presencia del predador en el medio. A la vez, el desarrollo de cianotoxinas ejerce un efecto negativo sobre la reproducción y el reclutamiento del mejillón. La serie ininterrumpida de datos de densidad de larvas de *Limnoperna* disponible desde el año 2004 indica que durante los veranos secos, con descargas medias de agua de $<2000\ \text{m}^3/\text{seg.}$, asociados con importantes floraciones de *Microcystis*, la reproducción del mejillón se interrumpe, mientras que durante veranos lluviosos (descargas $>6000\ \text{m}^3/\text{seg.}$), con un bajo desarrollo de *Microcystis*, la densidad media estival de larvas oscila entre 8000 y 12000 ind./ m^3 , similar a la que se observa en otros ambientes sin floraciones. Esta interacción no ocurre de manera aislada, sino que también afecta a otras comunidades, en especial la reproducción de peces migradores en el embalse.

Colaboradores: Leites Valentín (4), Boltovskoy Demetrio (2,3)

Factores que condicionan la abundancia y proliferación de poblaciones de cianobacterias y algas tóxicas en el sistema río Uruguay-Río de la Plata

Piccini Claudia (1)

(1) Departamento de Microbiología, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable. (2) Laboratorio Tecnológico de Uruguay. (3) Sección Limnología, Facultad de Ciencias, UDELAR. (4) Ecología Funcional de Sistemas Acuáticos. Centro Regional Este (CURE-Rocha), UDELAR.

A lo largo de las últimas dos décadas hemos asistido a un progresivo deterioro de la calidad del agua del río Uruguay y del Río de la Plata, el cual se manifiesta a través de síntomas tales como el aumento en la frecuencia de aparición de floraciones de algas y cianobacterias tóxicas, entre otros. Dichas floraciones dejaron de constituir una amenaza para convertirse en una realidad con la que los actores involucrados en el manejo y gestión de los recursos acuáticos deben lidiar cotidianamente. Entre los organismos que más frecuentemente forman floraciones se encuentran las cianobacterias productoras de las toxinas microcistinas (MCY) y saxitoxinas (PSP). En este trabajo se describirán resultados obtenidos en el marco de un proyecto interinstitucional cuyo principal objetivo fue el desarrollo de herramientas de monitoreo de floraciones tóxicas. Este consiste en la detección y cuantificación de genes involucrados en la síntesis de MCY y PSP por PCR cuantitativo en tiempo real (qPCR). La metodología empleada permitió detectar la presencia de cianobacterias potencialmente tóxicas en concentraciones muy bajas (ca. 2 complementos genéticos/mL), aún en muestras donde no se detectaron células mediante el método de inspección convencional. Asimismo, se encontró una correlación positiva entre la abundancia relativa de genes para la producción de MCY y la temperatura, mientras que la correlación con la salinidad fue negativa. Además, se detectó la presencia de genes para PSP en alta abundancia (ca. 106-107 complementos genéticos/mL) en virtualmente todas las muestras analizadas. Esto resultó sorprendente, ya que no siempre se relacionó la presencia de genes y toxinas con la de organismos conocidos por producirlas (cianobacterias filamentosas y dinoflagelados marinos), por lo que es necesario incrementar el conocimiento sobre los grupos o especies productoras de esta toxina (dinoflagelados de agua dulce por ej.). Los resultados obtenidos de la evaluación de genes para la síntesis de toxinas se analizaron en el contexto de datos obtenidos a partir de una aproximación funcional, con el objetivo de determinar tempranamente la presencia de floraciones de cianobacterias potencialmente tóxicas en ecosistemas dulceacuícolas. Esto dio lugar a la propuesta de un protocolo de detección que contempla las posibilidades de un rango de instituciones y situaciones de gestión diversas. En la presentación se discutirán los resultados obtenidos y el protocolo propuesto.

Colaboradores: Martínez de la Escalera Gabriela (1), Simoens Macarena (2), Cea Jacqueline (2), Nogueira Lucía (3), Segura Ángel (4), Alcántara Ignacio (3), Calliari Danilo (4), Kruk Carla (3,4)

MESAS REDONDAS

Distribución de *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Raphidiopsis curvata* y *Raphidiopsis mediterranea* en el Nordeste de Argentina

Otaño Silvia H.

Laboratorio Central. Aguas de Corrientes S.A. - silviaotano@gmail.com

En el nordeste de argentina se producen floraciones de diversas especies de cianobacterias, siendo las más frecuentes generadas por *Microcystis aeruginosa*, *Dolichospermum spiroides*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Raphidiopsis curvata* y *R. mediterranea*. Estos ambientes presentan en general un alto tiempo de retención del agua, disponibilidad de nutrientes y elevadas temperaturas, condiciones que favorecen el desarrollo de las mismas. En el presente trabajo se analizó la distribución espacial de *C. raciborskii*, *R. curvata* y *R. mediterranea* en las Provincias de Chaco y Corrientes. La mayoría de los cuerpos de agua estudiados en la Provincia del Chaco son utilizados como fuente de agua para consumo humano. *C. raciborskii*, *R. curvata* y *R. mediterranea* son estrategias de dispersión homogénea. *C. raciborskii* es además ecoestratega fijadora de nitrógeno, se adapta a ambientes muy diversos, y está vinculada genéticamente a *Raphidiopsis*. Estas especies fueron encontradas en 13 de los 22 ambientes analizados en el Chaco, y en 3 de los 17 ambientes estudiados en Corrientes. Con respecto a la ocurrencia de las especies, se observó que en un 56% de las muestras se encontró a *C. raciborskii* juntamente con una o ambas especies de *Raphidiopsis*, un 38% con una o ambas especies de *Raphidiopsis* pero sin la presencia de *C. raciborskii*, y en un 6% se registró solamente *C. raciborskii*, estando ésta asociada muy frecuentemente con *Raphidiopsis*. Estos organismos se desarrollan en aguas de diversa calidad, con conductividad entre 300 y 3.000µS/cm, y turbidez entre 50-500UNT, siendo de amplia distribución especialmente en la provincia del Chaco. La alta ocurrencia en forma conjunta de las tres especies hace suponer que presentan una misma distribución espacial.

Respuestas funcionales del complejo *Microcystis aeruginosa* en sistemas limnico-estuarinos: evidencia experimental y de campo

Kruk C. (1,2)

(1) Sección Limnología, IECA, Facultad de Ciencias, Universidad de la República – (2) Ecología Funcional de Sistemas Acuáticos, CURE-Rocha, Universidad de la República - (3) Departamento de Microbiología, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, MEC. - (4) Sección Oceanografía y Ecología Marina, IECA, Facultad de Ciencias, Universidad de la República

El complejo *Microcystis aeruginosa* (CMA) es el grupo de cianobacterias formadoras de floraciones potencialmente tóxicas más común en Uruguay y el mundo. Una de las principales causas de su éxito es su gran capacidad de formar floraciones superficiales densas y físicamente resistentes en cuerpos de agua eutrofizados y represados, situación cada vez más frecuente por causa de las actividades humanas. Esta capacidad está dada por sus rasgos funcionales (fisiológicos y morfológicos) que les permiten acumular grandes biomásas y mantenerse en la superficie del agua, utilizando mejor que otros organismos las altas intensidades de luz. Según el paradigma imperante, la baja temperatura, la mezcla de la columna de agua y la salinidad parecerían limitar su desempeño. En este trabajo combinamos información de la literatura, muestreos de un amplio gradiente espacial (Salto Grande en el Río Uruguay, hasta Punta del Este en el Río de la Plata) durante un año y experimentos de laboratorio para evaluar los principales mecanismos que afectan a estos organismos. Según los datos de la revisión bibliográfica, los organismos del grupo CMA crecen más rápidamente a temperaturas altas (mayores a 25°C) y no tienen crecimiento activo cuando la salinidad es mayor a 2. En el trabajo de campo se observó que CMA formó floraciones a temperaturas altas (33°C) y bajas (11°C) y se registró su presencia en salinidades mayores a 30. Experimentos de mezcla y resuspensión indicaron que su capacidad de controlar la posición en la superficie del agua mejora a altas salinidades. Los resultados indican que el CMA tiene el potencial de ocurrir y generar floraciones en una amplia variedad de condiciones y podrían, de mantenerse la tendencia actual a la eutrofización, represamiento de los ecosistemas acuáticos y altas precipitaciones, extender aún más la distribución de estos organismos a la región salina de los estuarios.

Colaboradores: Segura A.(2), Calliari D. (2,4), Nogueira L. (1,3), Martínez de la Escalera G. (3), Alcántara I. (1,2,3), Carballo C. (1,2), Cabrera C. (1,2), Sarthou F. (1,2), Piccini C. (2,3)

Floraciones de Cyanobacterias en lagunas de Buenos Aires: aproximación morfo-funcional a distintas escalas temporales

O'Farrell Inés

Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires – IEGEBA (CONICET-UBA), 1428, Buenos Aires, Argentina.
ines@ege.fcen.uba.ar

La frecuencia e intensidad de las floraciones de Cyanobacteria se relacionan con las condiciones ambientales altamente fluctuantes características de sistemas acuáticos someros. Estas fluctuaciones se describen para una laguna en la llanura de inundación del Bajo Río Paraná y se identifican los factores que promueven el crecimiento de las distintas especies a lo largo de un período de 15 años caracterizado por sequías e inundaciones marcadas (O'Farrell, Vinocur, de Tezanos Pinto 2015). Además se compara la dinámica de estas poblaciones con la de lagunas pampeanas en la estación cálida 2012-2013 estudiadas en el proyecto PAMPA2 (Izaguirre et al. 2015).

El fitoplancton en la laguna Grande se estructuró a lo largo de 15 años de forma creciente por Cyanobacteria representadas por ocho especies formadoras de floraciones con caracteres eco-fisiológicos diferentes. El desarrollo de las floraciones evidenció una variabilidad interanual muy marcada en correspondencia con la profundidad de la laguna que está afectada por las lluvias locales y el fenómeno regional ENSO (El Niño Southern Oscillation). El nivel hídrico de la laguna afectó la composición de especies, favoreciendo a las poblaciones filamentosas no fijadoras de nitrógeno en períodos de aguas turbias y a las fijadoras, cuando las columnas de agua estuvieron bien iluminadas pero con limitación de nitrógeno. La morfología de las especies, las dimensiones y la ocurrencia de acinetas en los filamentos también variaron en función del nivel hídrico. El pool de acinetas en los sedimentos parece tener un rol clave en la ocurrencia recurrente de las floraciones de *Anabaenopsis cf. elenkinii* y *Sphaerospermopsis cf. aphanizonemoides*.

Al comparar lagunas de una misma región, la ocurrencia frecuente de *Raphidiopsis mediterranea* evidencia el éxito de la eco-estrategia que presentan las poblaciones con filamentos no fijadores en sistemas eutróficos con un clima lumínico pobre. La alternancia de esta eco-estrategia con cianobacterias filamentosas fijadoras de nitrógeno se analizará en relación a las condiciones lumínicas y a la presencia de macrofitia en distintos cuerpos de agua.

Factores abióticos asociados a la ocurrencia de floraciones de cianobacterias en ecosistemas acuáticos de Uruguay

Aubriot L. (1,2)

(1) Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República (UdelaR), Uruguay - (2) Grupo de Ecología y Fisiología de Fitoplancton - (3) División Calidad Ambiental, Ministerio de Vivienda Ordenamiento, Territorial y Medio Ambiente (DINAMA-MVOTMA), Uruguay - (4) División Análisis Biológicos - Área Hidrobiología. Laboratorio Central Dr. Francisco Alciaturi, Obras Sanitarias del Estado (OSE), Uruguay.

El enriquecimiento por nutrientes de los ecosistemas límnicos, o eutrofización, es debido al impacto de actividades antrópicas. Esto trae como consecuencia el deterioro de la calidad de agua en general y la aparición de altas biomásas de fitoplancton, particularmente cianobacterias potencialmente tóxicas que restringen el uso del agua y comprometen la conservación del ecosistema acuático. Dentro de los principales indicadores de eutrofización se destaca el fósforo total, para el que existen índices de estado trófico y reglamentaciones nacionales e internacionales, las que especifican estándares aceptables para ecosistemas lénticos y lóticos. Este trabajo tuvo por objetivo caracterizar el estado trófico de ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos respecto a su concentración de nutrientes e indicadores globales de biomasa de fitoplancton (clorofila *a* = *clo a*) en un análisis integral a nivel país, basado en información disponible. Para esto se construyó una base de datos con información de 64 cuerpos de agua (más de 3000 datos, entre 1983 y 2012) brindados principalmente por la Universidad de la República, DINAMA y OSE. Los ecosistemas lóticos presentaron mayor concentración de fósforo total (PT) (mediana, mín-máx: 75 $\mu\text{g L}^{-1}$, 11 – 5490 $\mu\text{g L}^{-1}$) que los lénticos (mediana, mín-máx: 69 $\mu\text{g L}^{-1}$, 5 – 1077 $\mu\text{g L}^{-1}$). La mayoría de los ecosistemas analizados presentan valores de fósforo total (PT) característicos de ecosistemas en estado eutrófico a hipereutrófico, marcadamente superiores a los niveles establecidos por la normativa nacional vigente (PT= 25 $\mu\text{g L}^{-1}$). En el Río Uruguay los valores de PT fueron también altos (mediana, mín-máx: 50 $\mu\text{g L}^{-1}$, 5 - 887 $\mu\text{g L}^{-1}$), en donde el PRS representó el 50% del PT. Los altos niveles de PT estuvieron explicados por altas concentraciones de fosfato reactivo soluble (PRS), lo que implica un alto riesgo para la formación de floraciones algales nocivas (FAN) debido a que favorece directamente el crecimiento fitoplanctónico. El aumento de nutrientes estuvo asociado a aumentos en la *clo a* sólo en ecosistemas lénticos, debido a las diferencias en el tiempo de residencia del agua de ambos tipos de ecosistemas. Los registros de altas concentraciones fitoplanctónicas (>50 $\mu\text{g L}^{-1}$ clorofila-*a*), se asociaron a ambientes lacustres y playas con presencia de cianobacterias potencialmente tóxicas (>80% biovolumen de cianobacterias en el total de fitoplancton). La modificación del régimen hidrológico que involucre el aumento del tiempo de residencia del agua en ambientes lóticos eutrofizados, por ejemplo por el represamiento de ríos y arroyos, conlleva un alto riesgo de ocurrencia de FANs.

Colaboradores: Haakonsson S. (1,2), Martigani F. (1,2), De León L. (3), Britos A. (4), Vidal L. (4), Gravier A. (4), Chalar G. (1), Bonilla S. (1,2)

Agravamiento de la eutrofización de las lagunas pampeanas

Zagarese Horacio

Instituto de Investigaciones Biotecnológicas-Instituto Tecnológico de Chascomús (CONICET-UNSAM), Chascomús, Buenos Aires, Argentina

En la actualidad, las lagunas pampeanas (Argentina) presentan un alto grado de trofismo. A partir de una recopilación de parámetros limnológicos de ~100 lagunas pampeanas (LP) se pudo estimar las siguientes concentraciones promedio: fósforo total (FT): 709 $\mu\text{g l}^{-1}$, nitrógeno total (NT): 4970 $\mu\text{g l}^{-1}$, clorofila (CL): 177 $\mu\text{g l}^{-1}$. Si se comparan estos valores con estimaciones correspondientes a la década de 1980 (PT: 261 $\mu\text{g l}^{-1}$ y CL: 67 $\mu\text{g l}^{-1}$) se advierte que si bien parte de la eutrofización de las LP podría ser natural, ésta se ha agravado recientemente. Los valores actuales ubican a las LP en general, y a la laguna Chascomús en particular, en el extremo más eutrófico de la distribución del conjunto de lagos del mundo. Chascomús viene siendo monitoreada quincenalmente desde el año 2001. En este lapso, los valores promedio de FT y CL se han estimado en 574 $\mu\text{g l}^{-1}$ y 278 $\mu\text{g l}^{-1}$ respectivamente, lo que representa incrementos de 324% y 485% respecto de estimaciones realizadas en la década de 1980. Los aumentos en los niveles de PT y CL, sumados a algunas peculiaridades de la comunidad fitoplanctónica, sugieren que los cambios observados en las lagunas pampeanas durante las últimas décadas se relacionan con los cambios en las prácticas agrícolas ocurridos en la región. En los últimos 15 años, la laguna Chascomús ha experimentado variaciones inter-anales de profundidad muy marcadas (1 - 4,6 m). Sin embargo en este período, no se observan tendencias o variaciones inter-anales apreciables. Por el contrario, se registran evidentes patrones estacionales, que resultan consistentes con un estado constante de limitación por luz en respuesta a los altos niveles de nutrientes. La información disponible sugiere que el agravamiento de la eutrofización tuvo lugar alrededor de la década de 1990.

Cambios en el uso de la tierra y calidad del agua en arroyos y lagos someros de Uruguay

Meerhoff Mariana

Departamento de Ecología Teórica y Aplicada. Centro Universitario de la Región Este-Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Maldonado-Uruguay.

Muchos de los cambios generados por la intensificación agrícola disminuyen la resiliencia de los ecosistemas acuáticos frente a otras perturbaciones de origen antrópico, tales como cambios en las tramas tróficas, la eutrofización y la fragmentación del hábitat. Por otra parte, hay evidencia creciente que apoya la idea de que el calentamiento climático potencia las causas y los síntomas de la eutrofización. En este contexto, determinar cómo estos cambios se reflejan en la calidad del agua y en el funcionamiento de diversos ecosistemas acuáticos es fundamental para contribuir a generar estrategias de mitigación de impactos, tanto a nivel de cuenca como a nivel de los cuerpos de agua.

En la última década, el Uruguay ha experimentado profundos cambios en su matriz productiva con importantes transformaciones en el uso de la tierra en varias de las principales cuencas hidrográficas. En este trabajo se presentan resultados de varios años de monitoreo de calidad del agua en arroyos y lagos someros representativos de usos del suelo contrastante en sus cuencas de drenaje. Mediante mediciones de altísima frecuencia con sondas multi paramétricas de muestreo desatendido, se vinculan variaciones en el clima con variaciones en la calidad del agua, en función del grado de impacto en las cuencas. Los cuerpos de agua ubicados en cuencas con usos de la tierra más intensivos responden de forma más pronunciada a la variabilidad climática (e.g. precipitaciones intensas) que aquellos cuerpos de agua con menor nivel de intensidad de uso del suelo. Este tipo de aproximación permite vincular pulsos de ingreso de nutrientes desde suelos agrícolas a cursos de agua, indicando que los efectos de los cambios en el uso de la tierra deben analizarse en el contexto de la variabilidad y cambio climático a escala local. La construcción y validación de modelos que integren datos de usos de la tierra y datos climáticos constituye una herramienta fundamental para la gestión de nuestros recursos acuáticos en un escenario de cambios acelerados a nivel regional y local.

El herbicida glifosato y su impacto en el agua dulce

Pizarro Haydée Norma

Departamento de Ecología, Genética y Evolución. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. IEGEBA (UBA-CONICET) - hay@ege.fcen.uba.ar

Las prácticas agrícolas que se están realizando mayoritariamente en todo el mundo se basan en la agricultura industrial, que utiliza gran cantidad de insumos que incluyen a los agroquímicos. El glifosato, herbicida “estrella” por ser considerado de muy baja toxicidad e inocuo para el ambiente, es el de mayor consumo en todo el mundo, debido a la gran cantidad de cultivos desarrollados biotecnológicamente para tolerarlo así como para la siembra directa, práctica extendida que favorece principalmente la integridad del suelo con disminución de la erosión. En Argentina, el uso del glifosato en la agricultura ha aumentado de manera exponencial a partir de la década del 90, habiéndose utilizado sólo en la campaña 2013 más de 182 millones de Kg para una superficie de 17 millones de ha de siembra. Lejos de ser inocuo para el ambiente, en los últimos años se ha reconocido el impacto negativo en el agua dulce, acelerando los procesos de eutrofización. Se ha demostrado que el glifosato deteriora la calidad del agua, recurso indispensable para el hombre por los bienes y servicios que de él dependen, a través de estudios a escala ecosistémica obteniendo resultados extrapolables y realistas. Además, teniendo en cuenta que en la naturaleza los agentes de impacto ambiental generados por el hombre no actúan de forma aislada, hemos analizado al glifosato en el agua en interacción con la presencia de especies invasoras, como el molusco *Limnoperna fortunei*. Los resultados obtenidos demuestran que la interacción del glifosato con este invasor genera aún mayores alteraciones en las comunidades biológicas y en la calidad del agua.

Crecimiento y eutrofización: corriendo de atrás con más incertidumbres que certezas

Chalar Guillermo

Sección Limnología, IECA, Facultad de Ciencias - Uruguay - gchalar@fcien.edu.uy

El aumento global de la población mundial, de la producción de bienes y de la riqueza, entre otros indicadores, ha conducido a un cambio radical de la apariencia de la superficie terrestre. Los ciclos de los materiales provenientes de los recursos naturales se han acelerado y modificado, impactando en el funcionamiento y composición de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Para los organismos, humanos incluidos, el C, N, P y el agua son sustancias fundamentales, por lo cual sus flujos y lugares de almacenamiento temporarios han sido muy afectados en los últimos 200 años. La eutrofización es un ejemplo del impacto causado por dichas alteraciones sobre los ecosistemas acuáticos. Diversas actividades humanas vuelcan en forma voluntaria o involuntaria, conscientemente o no, los residuos y excedentes de las mismas a los ríos, lagos, zonas costeras y océanos, contribuyendo con grandes cantidades de nutrientes que provocan un aumento exagerado de la biomasa de productores primarios y a una serie de cambios en cadena en detrimento de la diversidad de especies y de la calidad del agua. Previo a la revolución verde, los impactos antrópicos mayores se vinculaban con los desechos domésticos, municipales e industriales. Luego del aumento de la agricultura a gran escala a partir de 1950, basado en la deforestación de bosques nativos y sustitución de ecosistemas naturales, junto a la mecanización y el uso masivo de fertilizantes se produce un aumento de proporciones impensables en la exportación de N y P de los ecosistemas terrestres a los acuáticos. Más recientemente se suman en las últimas décadas, el aumento de la cría de animales para consumo así como el uso generalizado de paquetes tecnológicos vinculados a la producción de organismos vegetales transgénicos y el uso de biomasa vegetal para la producción de combustibles. Si bien se conocen las causas últimas de la eutrofización, los cambios en los modelos productivos y sus impactos acumulados sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres complejizan la problemática, surgen nuevas vías, nuevos depósitos, efectos sinérgicos y en cascada. Si bien existen ejemplos donde la eutrofización ha sido revertida, en otros numerosos casos aún luego de 40 años de disminución de los aportes de nutrientes los sistemas se mantienen eutróficos. Puede ser que 40 años sea poco tiempo para ello, también es posible que el ecosistema no pueda retornar al mismo punto de equilibrio en que se encontraba. En cualquier caso es imprescindible definir estrategias que nos devuelvan a los ecosistemas acuáticos íntegros en su función, diversidad y complejidad y con una calidad del agua que permita su uso racional para abastecer las necesidades de las personas.

viernes 21 de agosto / Mesa redonda 3: Temas legales: Digesto CARU, propuestas de normativa y medidas de protección de biota acuática y población ribereña.

Coordinador: José E. Lobos.

Digesto sobre el uso y aprovechamiento del río Uruguay y valores de referencia sobre floraciones de cianobacterias

Bazzalo Mariel, Lobos José E., Gauna Fernando H.

Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) - mbazzalo@caru.org.uy

El Estatuto del Río Uruguay, acordado por la República Argentina y la República Oriental del Uruguay el 26 de febrero de 1975, establece a la Comisión Administradora del Río Uruguay, entre otras, la función de dictar las normas reglamentarias sobre varios temas, como por ejemplo la prevención de la contaminación, la conservación y preservación de los recursos vivos. Dichas normas integran el Digesto sobre el Uso y Aprovechamiento del “Río Uruguay” (Digesto) junto con otras. En el Tema E3 del Digesto: Contaminación, Título 2: De la prevención en materia de contaminación en los Capítulos 4, 5 y 6 se encuentran la clasificación de las aguas, los estándares de calidad de las aguas, las condiciones de los efluentes, de las descargas y de los vertimientos. La CARU en el marco de sus funciones estatutarias, a través del Programa de Vigilancia y Estado Trófico del Río Uruguay, monitorea regularmente las playas de las ciudades localizadas en las márgenes del Río Uruguay en su tramo compartido entre la República Argentina y la República Oriental del Uruguay. Los resultados de los análisis de los muestreos de agua son empleados, entre otros fines, para informar a la población, a municipios, intendencias, dependencias de turismo, ambiente y salud, entre otras, el estado de las aguas de uso recreativo en relación a las floraciones de cianobacterias (Uso 2: Aguas destinadas a actividades de recreación con contacto directo conforme la clasificación establecida en el Digesto). El presente trabajo tiene como objetivo describir los principales parámetros y estándares de calidad de agua del Digesto y los utilizados como referencia por la CARU en la temática de las jornadas. Los muestreos de agua del Programa de Vigilancia de Playas incluyen entre otros, el conteo de cianobacterias y el análisis de clorofila y microcistina. Ante la ausencia de dichos parámetros y valores estándares en el Digesto, los resultados de los análisis de las muestras de agua tomadas en cada playa, son comparados con valores de referencia. Los valores de referencia de los tres parámetros fueron definidos y son actualizados en base a bibliografía específica, valores guías de la OMS y estándares de terceros países. En base a la información de cada muestreo se elabora un comunicado sobre floraciones algales que posee una lista de las playas monitoreadas, el riesgo sanitario asociado a cada una de ellas. El mismo se difunde principalmente a municipios, intendencias, dependencias de turismo, ambiente y salud de la región. En una síntesis de los comunicados se observa que, las playas ubicadas en aguas calmas como las del embalse Salto Grande, son las que poseen mayor riesgo para los usuarios en época estival. Debido a la relevancia del tema se identifica la importancia de incluir en la normativa de los Estados Parte, estándares de calidad de agua relacionados a la eutrofización y a las floraciones de cianobacterias.

viernes 21 de agosto / Mesa redonda 3: Temas legales: Digesto CARU, propuestas de normativa y medidas de protección de biota acuática y población ribereña.
Coordinador: José E. Lobos.

Calidad de aguas y normativa en Uruguay

Reolón Luis

División de Calidad Ambiental de la Dirección Nacional de Medio Ambiente – Uruguay

En Uruguay la normativa en materia de calidad de aguas se inicia con el Código de Aguas (1978) y su Decreto reglamentario 253/79. Este Decreto se basa en una forma clásica del control de efluentes y clasificación de cursos de agua según su destino. Esta normativa se encuentra actualmente en proceso de modificación con una orientación integral de la calidad de agua. El organismo de control y regulación en la materia de calidad de aguas en Uruguay viene adaptando y desarrollando sus programas de monitoreo y evaluación, lo que incluye actualmente, además de los aspectos físico-químicos también el monitoreo de FAN y otros aspectos biológicos de las aguas.

viernes 21 de agosto / Mesa redonda 3: Temas legales: Digesto CARU, propuestas de normativa y medidas de protección de biota acuática y población ribereña.

Coordinador: José E. Lobos.

Cianobacterias en agua y salud humana

de Titto E.

Dirección Nacional de Determinantes de la Salud e Investigación, Subsecretaría de Relaciones Sanitarias e Investigación, Ministerio de Salud de la Nación

La actividad humana interfiere intensamente en los ambientes acuáticos. El crecimiento de centros urbanos, la ocupación sin planeamiento de las cuencas hidrográficas, el desarrollo industrial y la expansión agrícola-ganadera, conllevan el aumento del vertido de efluentes ricos en nutrientes, siendo el nitrógeno y el fósforo los que determinan el desencadenamiento de fenómenos de eutrofización cultural, artificial o antropogénica, degradando así los recursos hídricos superficiales y subterráneos. El deterioro de la calidad de agua de lagos, ríos y embalses por la eutrofización es un grave problema ambiental en todo el mundo.

Las cianobacterias o algas azules son microorganismos que naturalmente se encuentran dispersas en masas de aguas (ríos, lagos, represas, etc.) en forma unicelular, colonial o filamentosa. Su desarrollo natural se ha visto modificado por la acción humana que ha provocado un aporte desmedido de nutrientes a los cuerpos de agua dulce (descargas cloacales municipales, o de fuentes no puntuales como la agricultura o el endicamiento de los ríos) y por el cambio climático, que ha agravado la situación por que las temperaturas elevadas son un factor predisponente del crecimiento de las masas de cianobacterias como grupo competitivamente exitoso en relación al resto del fitoplancton. La OMS ha recomendado considerar a toda floración de cianobacterias en principio como potencialmente tóxica.

En Argentina, en los últimos años se registraron una serie de floraciones de cianobacterias tóxicas en distintos sistemas fluviales: Río de la Plata, río Uruguay, embalse de Salto Grande, embalse Yaciretá, embalses de la pcia de Córdoba, etc. Las cianobacterias más frecuentes pertenecen a los géneros *Anabaena* y *Microcystis*, que producen varias toxinas potencialmente causales de enfermedades (neurotoxinas, hepatotoxinas y dermatotoxinas) cuando son ingeridas o por contacto con el agua a partir de la exposición recreacional. Por otro lado, la exposición a través de la inyección intravenosa de soluciones contaminadas con cianotoxinas ha provocado también casos letales.

Las floraciones de cianobacterias tóxicas afectan la calidad del agua, la salud humana, los animales y los recursos pesqueros. Además, alteran el equilibrio acuático y las cadenas tróficas, producen excesiva biomasa, hipoxia, e inhiben la capacidad fotosintética de otras algas, y aumentan la materia orgánica en los ambientes acuáticos produciendo la muerte de los organismos presentes. Esto impacta en la economía humana, disminuyendo el aprovechamiento de las fuentes de agua dulce para uso recreacional (baño, pesca, actividades deportivas) o para consumo humano (potabilización).

Si bien el monitoreo y control de las fuentes de agua (ríos, embalses, lagunas) para detectar la presencia de cianobacterias nocivas y sus toxinas va ocupando un espacio creciente, aun queda mucho por hacer para reducir los riesgos asociados en la Argentina. Todavía es alta la incertidumbre y desconocido el impacto sanitario real, que es el desafío que hemos tomado desde el Ministerio de Salud de la Nación

Colaboradores: Petcheneshsky T., Benítez R., Parenti M.L., Stepanik H.

SESIONES ORALES

Distribución vertical de grupos dominantes del fitoplancton formadoras de floraciones en el embalse de Salto Grande

Bordet F. (1), O'Farrell I. (2), Fontanarrosa S. (2)

(1) Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTMSG) – (2) Departamento de Ecología, Genética y Evolución – IEGEBA (UBA-CONICET), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires - bordetf@saltogrande.org

El objetivo del estudio es evaluar la regulación de los factores ambientales en la distribución vertical de los grupos dominantes del fitoplancton que forman floraciones en el Embalse de Salto Grande. Para esto se analizaron las muestras correspondientes a tres profundidades en cuatro puntos elegidos del embalse (dos en la zona central y dos en los brazos cercanos a la presa). El estudio se efectuó con una frecuencia mensual, de mediados de invierno (Julio 2012) a fin de primavera del 2013 (Diciembre). En cada punto se extrajeron tres muestras a diferentes profundidades: nivel sub-superficial (0,2 m), límite inferior de la capa fótica (2,5 a 3 m) y fondo. En los mismos sitios se midieron perfiles in situ de temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto utilizando sensores electrónicos portátiles y la transparencia con disco de Secchi. Los recuentos del fitoplancton se realizaron de acuerdo a Utermöhl (1958). Se midieron las concentraciones de clorofila a, sólidos suspendidos y nutrientes (nitrógeno total, amonio, nitrito, nitrato, fósforo total y fósforo soluble). La microcistina se analizó en 2 puntos de muestreo (brazos) durante 16 meses, por HPLC con detector de arreglo de diodo. Se realizaron mediciones sistemáticas de parámetros hidrológicos y meteorológicos con una frecuencia diaria a quincenal, registrando la cota y la descarga, la intensidad y la dirección de los vientos y las precipitaciones.

Los resultados indican que las variaciones temporales de las condiciones físicas imperantes en el embalse, consecuencia de la estacionalidad, meteorología y la hidrología, tienen mayor importancia que las diferencias espaciales. El análisis de correspondencia canónica realizado con la abundancia de los complejos *Microcystis* spp., *Dolichospermum* spp. y *Ceratium furcoides* refleja la importancia del viento en el desarrollo de las floraciones de Cyanobacteria. Esto se hace especialmente evidente para *Microcystis* spp. que desarrolla floraciones más densas en períodos donde la intensidad de los vientos disminuye. *Dolichospermum* spp. evidencia mayores abundancias que *Microcystis* spp. en períodos de menor nivel hídrico. El viento no afectaría al crecimiento de las poblaciones de *C. furcoides*, ya que parecen ser más tolerantes a columnas de agua mezcladas y turbias (>SS550). Por otro lado, las altas temperaturas promueven más el desarrollo de los complejos de Cyanobacteria en comparación a los dinoflagelados. Al incorporar los nutrientes en un análisis de redundancia acotado a un punto de muestreo se observa su importancia en el ordenamiento y diferenciación de las muestras de fondo y superficie. Las distintas fracciones del nitrógeno adquieren importancia en el desarrollo de los complejos de Cyanobacteria, asociando el NH₄ a *Dolichospermum* spp.

Preferencias ecológicas de un grupo funcional fitoplanctónico formador de floraciones en el bajo Río Uruguay y Río de la Plata

Nogueira L. (1), Segura A. (2), Piccini C. (3), Calliari D. (2), Ferrari G. (4), Kruk C. (1,2)

(1) Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Udelar, Montevideo, Uruguay- (2) Ecología Funcional de Sistemas Acuáticos, CURE-Rocha, Universidad de la República – (3) Departamento de Microbiología, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, Montevideo, Uruguay- (4) Departamento de Medio Ambiente. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Montevideo, Uruguay.

Las floraciones algales y de cianobacterias deterioran la calidad de agua de los sistemas acuáticos. Por este motivo es necesario predecir su ocurrencia en el ambiente. Existen miles de especies con tolerancias y sensibilidades ambientales distintas que hacen esta tarea difícil. Una aproximación a este problema es utilizar agrupaciones funcionales de especies que reflejen su adecuación biológica al ambiente. Una de las propuestas es la clasificación de Kruk et al. (2010) para fitoplancton de agua dulce; grupos funcionales basados en morfología (GFBM). El grupo funcional VII de dicha clasificación está compuesto por organismos coloniales de gran tamaño, baja relación superficie/volumen y con mucílago, rasgos que les confieren bajas abundancias y tasas de crecimiento moderadas. Presenta especies potencialmente tóxicas y generadoras de floraciones, y se hipotetiza sería abundante en sistemas acuáticos con alta tasa de residencia y concentración de nutrientes. El objetivo de este trabajo fue evaluar las preferencias ecológicas del grupo VII de la clasificación de Kruk y relacionarlas con sus rasgos funcionales. Para ello estudiamos su distribución espacial y temporal a lo largo de un año en un amplio gradiente espacial desde el embalse de Salto Grande en el Río Uruguay hasta el límite exterior del Río de la Plata en Punta del Este. Se midieron variables abióticas (temperatura, salinidad, concentración de nutrientes, oxígeno, turbiedad), y se analizó la concentración de microcistinas. Se extrajeron muestras subsuperficiales de agua para analizar la comunidad fitoplanctónica. Se midieron los principales rasgos morfológicos de los organismos (ej. volumen, dimensión máxima), se los clasificó en GFBM, y se calculó su biovolumen. El grupo VII presentó una baja riqueza específica ($S \leq 4$) a lo largo del Río Uruguay y el Río de la Plata. Estuvo representada exclusivamente por cianobacterias del género *Microcystis* spp. La mayor biomasa del grupo fue registrada en el embalse de Salto Grande en las estaciones estivales de enero, marzo 2013 y febrero 2014, siendo este el único sitio donde se detectó microcistina. Aguas abajo del embalse el biovolumen disminuyó varios órdenes de magnitud. Las mayores biomásas del grupo VII estuvieron asociadas a mayores temperaturas y concentraciones de nutrientes (PT y NT). La salinidad tuvo un efecto negativo sobre el biovolumen de este grupo. La morfología del grupo reflejó bien sus respuestas ambientales siendo las condiciones más favorables para su desarrollo las encontradas en el embalse de Salto Grande. Esto sugiere que el embalse estaría actuando como un inoculo del grupo para el resto del sistema.

Reutilización de aguas residuales para el riego de plantaciones forestales en Colonia Ayuí, Entre Ríos

Teson N. (1,2), Rossi A. (1), Larocca F. (1), Bertoni, M. (3)

(1) UTN FR Concordia. Salta 277, CP E3200EKE Concordia, Entre Ríos, Argentina. (2) INTA EEA Concordia. CC34, CP E3200AQK Concordia, Entre Ríos, Argentina. (3) CTM Salto Grande. Leandro N. Alem 449, CP 1003 CABA, Argentina - teson.natalia@inta.gob.ar

Las altas tasas de crecimiento logradas en la producción de especies forestales generalmente están asociadas a un alto requerimiento de recursos (energía, agua, nutrientes, etc.). Paradójicamente, algunos de los principales nutrientes requeridos por las plantaciones, como el fósforo y el nitrógeno, son vertidos en las aguas superficiales (ríos, arroyos, etc.) con las aguas residuales de diversas actividades humanas, ocasionando muchas veces importantes problemas ambientales.

La localidad de Colonia Ayuí se encuentra ubicada en el perillago de la represa de Salto Grande. Cuenta con aproximadamente 3000 habitantes y los efluentes cloacales son vertidos luego de un tratamiento secundario al lago de la Represa Salto Grande. En los últimos años han ocurrido frecuentes floraciones de algas. En parte, esto se debe a la eutrofización causada por el vertido de fósforo y nitrógeno proveniente de actividades humanas, entre ellas, los efluentes cloacales. La preocupación manifestada por la comunidad afectada y la necesidad de solucionar el problema por parte de las autoridades, exigieron evaluar métodos alternativos o complementarios de tratamiento del efluente.

En diversos países, como Australia, China, India, España y EUA, la reutilización de efluentes domiciliarios para el riego de cultivos agrícolas y forestales es una técnica ampliamente difundida y utilizada por diversas industrias y municipios para la solución de este tipo de problemas ambientales.

La EEA Concordia de INTA y la FR Concordia de la UTN están desarrollando un proyecto en el que participan el Municipio de Colonia Ayuí, la empresa FASA, la CTM Salto Grande y la ONG “Ambiental Salto Grande”, cuyo objetivo es disminuir el aporte de N y P a las aguas del embalse y evaluar la adaptación y el crecimiento de una plantación de 12 ha de *Eucalyptus grandis* irrigada con los efluentes cloacales provenientes de la planta de tratamiento de Colonia Ayuí. En el proyecto se desarrollan actividades de monitoreo de aguas subterráneas, suelo y efluentes para asegurar que no se vean afectados otros recursos y para cuantificar el aporte de nutrientes que recibe la plantación. También se realizan capacitaciones para involucrar a las personas que trabajan directamente con los efluentes y a la comunidad en general.

Como resultado el proyecto busca mitigar el problema ocasionado, en parte, por el vertido de efluentes con alta carga de nutrientes al lago y generar antecedentes en la región, sobre la utilización de estas prácticas para su aplicación en forma segura en otros municipios con problemática similar.

Pulsos de nutrientes como promotor de floraciones de cianobacterias: optimización del crecimiento y resistencia al estrés nutricional

Martigani Fátima, Bonilla Sylvia & Aubriot Luis

Las floraciones de cianobacterias tóxicas pueden permanecer durante largos períodos de tiempo (meses-años) en ambientes con diversa carga de nutrientes. La concentración de nutrientes en los ambientes acuáticos es fluctuante en escalas temporales muy cortas (minutos a horas) lo que implica que estos organismos optimicen su crecimiento bajo condiciones nutricionales subóptimas, principalmente a fluctuaciones de fosfato (Pi), adaptando su fisiología. Estas respuestas fisiológicas complejas escapan a la escala temporal de los monitoreos de cianobacterias (semanas a meses) desafiando los intentos de predicción de las floraciones. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de cianobacterias planctónicas frente a fluctuaciones de nutrientes (pulsos) y su resistencia al estrés nutricional. Se realizaron experimentos con fitoplancton proveniente de un lago eutrófico dominado por cianobacterias. Se simularon fluctuaciones de Pi con diferentes tiempos de exposición (pulsos) pero de igual concentración: 10Pi (un pulso cada 10 min), 4Pi (un pulso por día) y 1Pi (1 único pulso), en tratamientos con y sin nitrógeno adicionado (+ y -N). Se evaluó la tasa de crecimiento global de la comunidad de fitoplancton (μg basado en clorofila a y ficocianina), de las especies (μsp , basado en abundancia y biovolumen), tasa de decaimiento (μd) y análisis de gránulos de polifosfatos (reserva intracelular de P). El lago se encontró dominado (60% del biovolumen total de fitoplancton) por *Aphanizomenon cf. gracile*, *Cylindrospermopsis raciborskii* y *Planktothrix agardhii*. Las máximas tasas (μg , μsp y μd) se registraron en el tratamiento de mayor tiempo de exposición al Pi (10Pi) lo que indica que las cianobacterias son capaces de optimizar su crecimiento frente a fluctuaciones de Pi en el ambiente. Sin embargo, para el tratamiento de menor tiempo de exposición (1Pi) se observó un decaimiento menor en biomasa gracias a la presencia de gránulos de polifosfato. Esto indica que hay diferentes estrategias de resistencia a condiciones de estrés nutricional. Asimismo, el mínimo decaimiento se observó en el tratamiento (control), lo que sugiere que la aclimatación a la condición de estrés nutricional estable favorece su sobrevivencia. Este trabajo resulta valioso para evaluar el papel de la flexibilidad fisiológica de las cianobacterias y su resistencia bajo condiciones limitantes, a través de la simulación de escenarios ambientales complejos para contribuir a la predicción realista de floraciones.

Experiencias de modelización del incremento de la concentración de clorofila “A” debido al crecimiento algal en el embalse de Salto Grande y el Río Uruguay

Cardini Julio César, Zabalett Alejandro, Cardini Cecilia, Confaloniero Romeo, Duarte Diego, Pavón Mena Luciano, Schild Cristian

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Concepción del Uruguay. Grupo GECRU (Grupo de Estudio de la Contaminación del Río Uruguay). Ingeniero Pereira 676 Concepción del Uruguay. Entre Ríos.

El embalse de Salto Grande en época estival tiende a desarrollar intensas floraciones algales, que impactan sobre la calidad de agua del río Uruguay aguas abajo, afectando las áreas balnearias de las que depende la actividad turística. Se evaluó mediante modelización matemática la evolución de la clorofila “a” en el embalse y en el río, como indicador del proceso de crecimiento algal y del nivel de eutroficación.

La modelación hidrodinámica del embalse se realizó con en el modelo MIKE-21 HD obteniendo el campo de velocidades para estiaje (caudal 1.500 m³/s) y crecida (15.000 m³/s). Se implementó el módulo de eutroficación del modelo MIKE-21 ECOLAB utilizando información de monitoreos periódicos que la Comisión Administradora del río Uruguay (CARU) y la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTMSG) realizan como parte del Programa de Vigilancia (PV) y del Programa Estado Trófico (PET), y muestreos del “Grupo de Estudio Contaminación del Río Uruguay” (GECRU). Los nutrientes considerados son Nitrógeno (N) y Fósforo (P), siendo este último el limitante del proceso de eutroficación, en la mayoría de los casos.

En verano (con altas temperaturas) los resultados tanto para crecida como para estiaje muestran un fuerte incremento de la concentración de clorofila “a” en los brazos del embalse debido a la escasa circulación de agua, siendo más intenso el proceso en estiaje. La concentración de clorofila “a” resultante refleja las condiciones eutróficas del embalse.

Se implementó un modelo del tramo Concordia-Salto a Gualguaychú-Fray Bentos del río Uruguay, utilizando el software WASP5 a fin de simular la evolución del nutriente (P) y de la concentración de clorofila “a”, considerando las concentraciones ingresantes desde el embalse y los aportes de las descargas cloacales de las ciudades ribereñas. Se simularon condiciones de estiaje y crecida con temperaturas del agua típicas de invierno (19°) y verano (28°). Ingresando desde el embalse concentraciones altas de clorofila “a”, el crecimiento algal a lo largo del río es mayor cuando la temperatura del agua es elevada. En crecida, los incrementos de clorofila “a” son inferiores a los de estiaje, debido al menor tiempo de residencia del agua.

Predicción de la presencia del complejo *Microcystis aeruginosa* (CMA) en el Río Uruguay y Río de la Plata mediante análisis de bosques aleatorios

Segura, A.M. (1), Alcántara, I. (2), Nogueira, L. (2), Ferrari, G. (3), Calliari, D. (1,4), Piccini, C. (5), Kruk, C. (1,2)

(1) Grupo de Ecología funcional de Sistemas Acuáticos, Cure-Rocha, UdelaR, Rocha Uruguay. (2) Limnología, IECA, Facultad de Ciencias, UdelaR, Montevideo, Uruguay. (3) Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Montevideo, Uruguay. (4) Oceanografía y ecología marina, IECA, Facultad de Ciencias, UdelaR, Montevideo, Uruguay. (5) Laboratorio de Microbiología, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, Montevideo, Uruguay - amsegura@fcien.edu.uy

Las floraciones de cianobacterias son un problema para la salud ecosistémica y humana. Los enfoques basados en las características morfológicas de los organismos mejoran la capacidad de predecir su ocurrencia. Además, si la observación se realiza en la escala de los procesos involucrados y se emplean métodos estadísticos capaces de manejar las no-linealidades e interacciones inherentes a los ecosistemas, se contará con una poderosa herramienta predictiva. En este trabajo se utilizan bosques aleatorios (Random Forest) para predecir la presencia/ausencia de organismos del CMA en doce sitios entre Salto Grande y Punta del Este (Uruguay) partiendo de observaciones bimensuales durante un año. Específicamente, se evaluó la capacidad de predicción en función del esfuerzo de muestreo (cuantificado como el volumen total de agua analizado) considerando conteos tradicionales de fitoplancton (CTF; ~3 mL), observación de colonias en un recipiente con 20 L de agua (OC; 20 L), la observación en arrastres de red de 20 µm de poro (OR20; 50 L), y presencia en muestra de red de 100 µm (OR100; ~7000 L). Se construyeron bosques aleatorios con 4 variables ambientales explicativas (Temperatura, Salinidad, Turbidez e Intensidad de viento) y la presencia/ausencia como variable de respuesta. Se separó el set de datos (N=72) aleatoriamente en tercios y se entrenó el bosque con 2/3, evaluándose su capacidad predictiva con el tercio restante. Esta operación se repitió 500 veces. Se calculó la exactitud como el porcentaje de los casos acertados sobre el total de casos y la sensibilidad como los casos positivos acertados sobre el total de positivos observados. La exactitud promedio de los bosques aleatorios aumentó hacia los métodos de observación con mayor esfuerzo (CTF=56; OC=71; OR20=75; OR100=86%) al igual que la sensibilidad (CTF=51; OC=73; OR20=73; OR100=92%). Los resultados sugieren que es posible predecir la presencia de CMA en el Río Uruguay-Río de la Plata con una alta exactitud (86%) y sensibilidad (92%). La combinación de escalas de muestreo adecuadas y métodos estadísticos robustos permitió la predicción de un grupo que causa grandes problemáticas ambientales. Este esquema de trabajo, fácilmente aplicable en monitoreos de rutina, puede ser entrenado con nuevos datos y se presenta como una combinación práctica y poderosa para predecir estos eventos.

Agradecimientos: ANII, Lab. CTM-Salto Grande

Monitoreo del Río Uruguay y Represa Salto Grande con espectralradiómetro de campo

Ibáñez Guillermo A. (1), Drozd Andrea (2), Fernandez Virginia (2)

(1) CONAE Comisión Nacional de Actividades Espaciales - (2) CARU Comisión Administradora del Río Uruguay

Por un convenio entre CARU y CONAE, se realizan desde 2011 campañas periódicas con radiómetro de campo al lago de la represa Salto Grande y el curso del río Uruguay con el objetivo de separar las diferentes concentraciones de floraciones algales y sedimentos y en que rango del espectro electromagnético se observan mejor esas diferencias.

Para ello elegidos previamente los sitios de muestreo en condiciones climáticas y horario apropiados se hace la medición con el radiómetro ASD con varias repeticiones y se toman muestras de agua para su posterior análisis en laboratorio.

En gabinete se analizan los datos del radiómetro y se obtienen los valores de radiancia (W/m^2nm) y reflectancia para cada valor de longitud de onda que abarca el instrumento (350-2500 nm).

Con los datos de laboratorio se trata de establecer que relación hay entre las curvas de radiancia y reflectancia y las diferentes concentraciones algales y de sedimentos.

Se pudo establecer la siguiente relación: Los patrones espectrales más prominentes, relacionados a las variaciones de concentración de clorofila fueron: a. un mínimo en el rango 450 - 480 nm; b. un máximo en los valores de 550 y 575 nm; c. un mínimo entre los valores de 675 y 678 nm; d. un máximo en el rango 700 - 720 nm y e. un máximo en el rango 790 - 825 nm. En concentraciones algales de cianobacterias superiores a 10.000.000 cel/ml se obtuvieron patrones de respuesta espectral inéditos, que coincidieron con aquellos observados en plantas vasculares terrestres. En cuanto a turbidez los valores espectrales más altos fueron entre 590 y 710 nm.

Floraciones de cianobacterias y producción de microcistina LR en tres embalses en el Río Negro, Uruguay

González-Piana M, Piccardo A., Fabian D., Chalar G.

Sección Limnología, Facultad de Ciencia, Universidad de la República,
Montevideo, Uruguay
magopi2009@gmail.com

Sobre el Río Negro se encuentran los embalses de Bonete, Baygorria y Palmar los cuales son empleados para generación hidroeléctrica, extracción de agua para potabilizar, pesca y recreación. Estos embalses se encuentran eutrofizados por elevadas cargas de N y P. Su estado trófico, se manifiesta en los meses de verano con el incremento de la biomasa fitoplanctónica en general y con la ocurrencia de floraciones de cianobacterias principalmente de *Microcystis spp.* En este estudio se analizó la biomasa de cianobacterias, concentración de microcistina LR y su relación con variables ambientales entre los años 2009-2014. Los embalses mostraron diferencias significativas en la concentración de PO₄ y PT. El embalse de Palmar presentó concentraciones de PO₄ y PT superiores a las de Bonete y Baygorria lo que estaría mostrando un proceso acelerado de eutrofización. Las mayores concentraciones de fósforo en el embalse se deberían a la carga proveniente de la cuenca del río Yí, en la cual se ha intensificado en los últimos años la producción agrícola y ganadera. La biomasa de cianobacterias representó el 92% de la biomasa total del fitoplancton acumulada en todo el período de estudio y *Microcystis spp.* junto con *Dolichospermum spp.* representaron el 83% de la biomasa de cianobacterias. La biomasa de cianobacterias se correlacionó positivamente con la temperatura y con la relación PT/PO₄ y se correlacionó negativamente con la concentración de NO₃ y PO₄, excepto en Palmar donde solo el NO₃ se correlacionó negativamente. En Palmar la biomasa de cianobacterias se correlacionó positivamente además con el tiempo de residencia. Las especies de cianobacterias presentes en los embalses resultaron ser tóxicas, con máximas concentraciones de microcistina LR en los meses de verano sin diferencias significativas entre embalses. No hubo correlación entre la biomasa de cianobacterias productoras de microcistina y la concentración de microcistina LR/unidad de biomasa, ni tampoco con las variables ambientales estudiadas, por lo que no fue posible atribuir la producción de la toxina a algún factor del ambiente.

Cianotoxinas en ecosistemas límnicos de Uruguay

Somma A. (1), Haakonsson S. (1), Brena B. (2), Gravier A. (3), Britos A. (3), Vidal L. (3), Aubriot L. (1), Bonilla S. (1)

(1) Grupo de Fisiología y Ecología de Fitoplancton; Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo. (2) Cátedra de Bioquímica, Facultad de Química, Udelar. (3) División Análisis Biológicos - Área Hidrobiología. Laboratorio Central Dr. Francisco Alciaturi, Obras Sanitarias del Estado (OSE)

Las floraciones algales nocivas (FAN) producen metabolitos tóxicos que pueden afectar la salud humana y animal. En particular las cianobacterias producen cianotoxinas, entre las que se destacan hepatotoxinas (ej.: microcistinas, MYC), citotoxinas (ej.: cilindrospermopsina, CYL) y neurotoxinas (ej.: saxitoxinas, STX). El monitoreo de los cuerpos de agua y las alertas que se puedan generar sobre la presencia de cianobacterias tóxicas debe responder a la ocurrencia y distribución de estos organismos y a sus características ecofisiológicas. Si bien existe información sobre cianotoxinas para distintos cuerpos de agua del Uruguay, en este trabajo se realiza por primera vez un estudio sinóptico sobre los tipos, concentraciones y distribución de las cianotoxinas a nivel país. Para esto, se construyó una base de datos históricos (N = 652, desde 1997 al 2014) con indicadores cuantitativos de fitoplancton (entre ellos clorofila a; $\mu\text{g L}^{-1}$) y cianotoxinas ($\mu\text{g L}^{-1}$). La cianotoxina reportada con mayor frecuencia fue la MYC (n = 343) y con menor frecuencia STX (n = 39) y CYL (n = 31). Los tres tipos de cianotoxinas se encontraron tanto en verano como en otras épocas del año y en ecosistemas lénticos y lóticos. Las concentraciones de toxinas más elevadas en el país fueron las de MYC en espuma de *Microcystis* y géneros afines (máximo: 38 mg L⁻¹), usualmente acumuladas en playas de recreación o abrevaderos para ganado. A concentraciones de clorofila a < 200 $\mu\text{g L}^{-1}$ se reportaron valores de MYC (entre 0,16 – 197 $\mu\text{g L}^{-1}$), muchas veces por encima del segundo nivel guía de la OMS para aguas recreacionales (20 $\mu\text{g L}^{-1}$ de MYC-LR). Concentraciones más bajas fueron las reportadas para CYL ($\geq 0,25 \mu\text{g L}^{-1}$) y para STX ($\geq 3,05 \mu\text{g L}^{-1}$).

Se registraron valores más altos de MYC en tramos embalsados de los grandes ríos, especialmente del Río Negro y río Uruguay, y en las playas del Río de la Plata. En particular en el río Uruguay se detectó MYC (máximo: 48,6 $\mu\text{g L}^{-1}$) generalmente en presencia de los géneros *Microcystis* y *Dolichospermum*, y STX (máximo: 0,15 $\mu\text{g L}^{-1}$) y CYL (máximo: 0,07 $\mu\text{g L}^{-1}$) en presencia de *Dolichospermum*, *Aphanizomenon* y *Cylindrospermopsis*. A modo general, la concentración de MYC presentó gran variabilidad frente a un amplio rango de valores de clorofila a, lo que plantea la necesidad de utilizar indicadores de cianobacterias más específicos a la hora de proponer valores guía para el monitoreo.

Cianobacterias nocivas en el río Uruguay, Corrientes

Otaño Silvia Haydée

Aguas de Corrientes S.A. - silviaotano@gmail.com

Es bien conocida la capacidad de las cianobacterias de producir diversas toxinas y olores y sabores desagradables. El incremento en la concentración de nutrientes, los bajos caudales y las altas temperaturas, favorecen el desarrollo masivo de algas, especialmente del grupo de las cianobacterias.

El Río Uruguay es utilizado como fuente de agua potable para las localidades de Santo Tomé, Paso de los Libres y Monte Caseros, en la Provincia de Corrientes. Con el objeto de evaluar la calidad de la fuente de agua, se realizan rutinariamente la identificación y el recuento de fitoplancton con frecuencia semanal.

Estos monitoreos han demostrado la presencia de varias especies de cianobacterias capaces de producir toxinas y olores y sabores desagradables, entre las cuales se pueden mencionar *Dolichospermum spiroides*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *Cuspidothrix issatschenkoi*, *Dolichospermum circinalis*, y *Planktothricoides raciborskii*, capaces de producir hepatotoxinas, neurotoxinas, geosmina y 2-metil-isoborneol.

En los años 2008 y 2009 se detectaron floraciones de *Aphanizomenon schindleri*, *D. spiroides* y *C. raciborskii*. Los valores máximos de toxinas encontrados fueron de 0,3 µg/L de microcystinas, 0,31 µg/L de saxitoxinas, y 0,06 µg/L de anatoxina-a, nunca superando los valores guía de toxinas en agua. Se detectaron además altas concentraciones de geosmina en el año 2008, y de 2-metil-isoborneol (2-MIB) en el año 2012, en el orden de los 400 ng/L y de 4.370 ng/L, respectivamente. Estos trabajos permitieron detectar especies que constituyen nuevas citas para Argentina, como así también la producción de microcystinas por parte de *Cylindrospermopsis raciborskii*, citada hasta el momento como productora únicamente de cylindrospermopsina y saxitoxinas.

Además, se ha registrado en la región muerte de ganado cuyos síntomas son compatibles con intoxicación por neurotoxinas, detectándose en el agua de consumo altas concentraciones de *Sphaerospormopsis torques-reginae*, especie productora de anatoxina-a(S).

Como conclusiones del V Taller de Cianobacterias Toxígenas en Argentina llevado a cabo en Mar del Plata en agosto de 2012, se destacan las necesidades de generar un sistema de información compartida y dinámica para las cuencas de los grandes ríos, resolver la falta de información total para algunos sistemas y/o regiones, desarrollar kits nacionales de bajo costo para la detección de cianotoxinas, generar un cepario de cianobacterias de riesgo, implementar Centros de Referencia Regionales, e incorporar a la legislación el análisis de algas y toxinas en agua potable.

Determinacion de microcistinas en tejidos de peces

Geis-Asteggianti L (1), Colazzo M. (2), Perez A. (3), Pareja L. (2), Niell S. (2), Besil N. (2), Cesio V. (2,3), Lehotay S.J. (1), Heinzen H. (2,3)

(1) Agricultural Research Service, Eastern Regional Research Center, US Department of Agriculture, 600 East Mermaid Lane, Wyndmoor, PA 19038, USA. – (2) GACT, Polo Agroalimentario y Agroindustrial de Paysandu, R3 Km363, Paysandu, Uruguay – (3) GACT, Farmacogonsia y Productos Naturales, Gral. Flores 2124 11800 Montevideo Uruguay

Las microcistinas son las cianotoxinas más comúnmente encontradas en aguas superficiales donde se han observado fenómenos de eutrofización. A pesar de su importancia toxicológica, poco se sabe de su aparición en peces que se emplean como alimento. Con el fin de asegurar la calidad alimentaria de estos peces, su estudio es de fundamental importancia. Nuestro grupo participo en el desarrollo de un método capaz de cumplir con este objetivo. Este protocolo se basa en una extracción directa empleando acetonitrilo/agua acida (3:1) seguida de una partición con hexano y posterior análisis por cromatografía líquida en tándem con espectrometría de masas (LC-MS/MS) en modo negativo. El método permitió el estudio de 8 microcistinas. (MC-RR, MC-YR, MC-LR, MC-WR, MC-LA, MC-LY, MC-LW, and MC-LF) el que fue validado para 7 de ellas para las cuales se obtuvieron recuperaciones en el rango 90-115% a excepción de RR que dio valores 130%, con desviaciones estándar en el rango 10-20%. De esta forma, fue posible obtener LODs<10 ng/g para diversas especies de peces. La ventaja del método consiste en la posibilidad de identificar individualmente las distintas cianotoxinas, lo que no es posible realizar con los protocolos inmunológicos. El presente método se está implementando en el laboratorio del polo agroalimentario y agroindustrial de Paysandú, donde se cuenta con el equipamiento necesario para llevar adelante este tipo de análisis con el objetivo de contribuir a la seguridad alimentaria de la población.

Bibliografía:

Development and validation of a rapid method for microcystins in fish and comparing LC-MS/MS results with ELISA. Geis-Asteggianti L, Lehotay SJ, Fortis LL, Paoli G, Wijey C, Heinzen H. Anal. Bioanal Chem. 2011 Nov;401(8):2617-30. doi: 10.1007/s00216-011-5345-0.

Intoxicación por cianobacterias en agua ambiente. Reporte de un caso en un canino

Hirigoyen Diego, Arnijas Carlos, Aldaz María Ester, Saucedo José Guillermo

Grupo de Trabajo sobre Cianobacterias y Salud- Hospital “Delicia Concepción Masvernát”.
Concordia. Entre Ríos. ARGENTINA.

En noviembre de 2012 se conforma en el Hospital “D. C. Masvernát” de Concordia, por Disposición Interna N° 042/2013, un Grupo de Trabajo Multidisciplinario sobre Cianobacterias y Salud, coordinado por el Dr. José Guillermo Saucedo, Nefrólogo y Toxicólogo, Jefe del Servicio de Nefrología y Diálisis y la Dra María Ester Aldaz, Médica Veterinaria, del Departamento de Epidemiología. Dicho Grupo de Trabajo se constituye como espejo del ya existente en el Ministerio de Salud de la Nación por Disposición SS 02/2011, B.O.32077 del 25/01/11 pág. 49.

Reportamos un caso de intoxicación en un canino que ingresó a las aguas de la playa Las Palmeras sobre el Embalse de Salto Grande en Concordia, Entre Ríos, Argentina, en Marzo de 2015. Luego de un tiempo (10 días) post ingreso al agua el animal comienza con sintomatología de gastroenteritis y es tratado de forma sintomática por el Dr. Diego Hirigoyen. Durante ese periodo se realizan análisis bioquímicos donde se evidencia una Falla Renal Severa y una Insuficiencia Hepática constituyendo un Fallo Multiorgánico. El animal finalmente muere. Se realiza Necropsia y se toman muestras para Biopsia de Hígado y Riñón. En el informe elaborado por el Dr. Carlos Arnijas se determina que el animal posee lesiones hepáticas compatibles con reportes obtenidos a partir de ensayos realizados en ratones inoculados con solución acuosa de *Microcystis* sp. En relación a las muestras de Riñón se observa Enfermedad Glomeruloquística. Se considera este caso como ejemplo de “Animal Centinela”, de acuerdo a la bibliografía mundial circulante relacionada con intoxicaciones de mamíferos por cianotoxinas.

Ensayo de micronúcleos como indicador de exposición y efecto a mutágenos ambientales y su relación con posibles alteraciones en la comunidad de invertebrados bentónicos en ambientes acuáticos

Acosta Mario (1), Kroger Alejandra (2), Zaldúa Natalia, Stábile Franca (2), Teixeira de Mello Franco (2), Olsson Daniela (3), Mazzeo Néstor (2), Villar Silvia (4)

(1) Laboratorio de Oceanografía y Ecología Marina, Facultad de Ciencias, Udelar. (2) Grupo de Investigación Ecología y Rehabilitación de Sistemas Acuáticos- CURE-Facultad de Ciencias, Udelar. (3) Laboratorio de Fisiología de la Reproducción y Ecología de Peces, Facultad de Ciencias, Udelar. (4) Servicio de MEB, Epifluorescencia y EDS. Laboratorio de Genética Toxicológica. Facultad de Ciencias, Udelar

Los micronúcleos (MN) son cuerpos citoplasmáticos de naturaleza nuclear que se corresponden con material genético no incorporado correctamente a las células hijas durante la división celular. Reflejan aberraciones cromosómicas y se originan por roturas en el ácido desoxirribonucleico o por errores durante la replicación y posterior división celular del ADN, debido a la exposición a agentes genotóxicos. Reflejan la exposición crónica de organismos a cambios en el ambiente y de acuerdo a sus efectos (porcentaje de micronúcleos, anomalías nucleares, apoptosis/necrosis detectadas) también constituyen marcadores de efecto de diferentes xenobióticos. La presencia de dichos cuerpos citoplasmáticos en células sanguíneas o de hemolinfa, implica la afectación del sistema inmunitario del organismo si aparecen en células vinculadas a los sistemas de defensa ante la agresión de agentes externos. Asimismo, implican una disminución en el transporte de oxígeno al organismo, si se encuentran en células que vinculan su transporte, lo que provoca una alteración de su metabolismo. Su aparición se asocia a la presencia de metales pesados, uso de agroquímicos, altos niveles de amonio y altos recuentos de coliformes fecales. En este trabajo se analizó la presencia de MN en hemolinfa de dos especies de bivalvos presentes en laguna del Sauce; *Diplodon parallelipedon* (Lea, 1834) y *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). El primero es una especie autóctona cuyo ciclo de vida es sensiblemente más largo que el de *L. fortunei* especie exótica, que ha colonizado con éxito ambientes acuáticos en Uruguay. Los niveles de daño genético registrados hasta el momento en *D. parallelipedon* superan en dos órdenes de magnitud a los registrados en *L. fortunei*. La frecuencia de MN en base a 1000 células de hemolinfa es de 2.3‰ en comparación a 4,5‰ hallado en *D. parallelipedon*. Esto podría indicar una mayor susceptibilidad de la especie autóctona a la eutrofización y/o presencia de agroquímicos registrados en el ambiente respecto a la especie exótica (al tener un ciclo de vida más largo y/o menor eficiencia en la reparación del daño genético). En todo caso, podría responder con un probable desplazamiento o declive de la especie autóctona a favor de *L. fortunei*. Las hipótesis de eficiencia de reparación se están analizando actualmente, sumando a *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), especie exótica también presente en Laguna del Sauce.

Evaluación de distintos indicadores de calidad de agua en muestras de fitoplancton: abundancia, volumen individual y biovolumen.

Vidal L. (1,3), Lagomarsino J.J. (2), Sarthou F. (3), Nogueira L. (4); Segura A. (5), Kruk C. (3,6)

(1) Obras Sanitarias del Estado, Laboratorio Central, Departamento de Montevideo, Uruguay. (2) Obras Sanitarias del Estado, Laboratorio de la UGD, Departamento de Maldonado, Uruguay. (3) Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay. (4) Obras Sanitarias del Estado, Laboratorio de Aguas Corrientes, Departamento de Canelones, Uruguay. (5) Modelización y análisis de recursos naturales (MAREN), CURE Rocha, Universidad de la República, Uruguay. (6) Ecología funcional de sistemas acuáticos (EFSA), CURE Rocha, Universidad de la República, Uruguay

La identificación de especies y grupos dominantes del fitoplancton, así como la estimación de su abundancia y biovolumen, se utilizan como indicadores de la calidad biológica del agua. Estos son estimados mediante análisis al microscopio por técnicos especializados y son utilizados en las normativas nacionales e internacionales para establecer niveles de riesgo asociados a la presencia de floraciones potencialmente tóxicas. En este trabajo comparamos la variabilidad de estos indicadores para distintas muestras, con distinta composición de fitoplancton y diferentes riesgos. Para ello cuatro técnicos especialistas en fitoplancton de distintas instituciones evaluaron cuatro muestras ciegas y de diferentes orígenes: 3 de aguas superficiales, 2 de ellas con abundante fitoplancton de distintas características, una con interferencias de material particulado y una cuarta correspondiente a una etapa inicial de potabilización. Las metodologías fueron similares, utilizándose cámaras de sedimentación de volumen conocido y análisis en microscopio óptico invertido (según Uthermöhl, 1958). Se analizaron las diferencias entre tipos de muestras y organismos dominantes. Además, los resultados fueron comparados con una evaluación mediante microfotografías. Los resultados obtenidos por los distintos técnicos fueron similares en la composición específica y en cuanto a grupos dominantes, presentando alta variabilidad para todas las muestras, por lo cual fueron considerados como réplicas. Además para la abundancia del total de organismos se obtuvo una buena concordancia con el conteo realizado en fotografías como control. La variabilidad de la abundancia y biovolumen totales (desvío estándar) aumentó al aumentar sus valores medios en las muestras, siendo mayor en muestras con alta densidad de cianobacterias filamentosas y coloniales. Por otro lado, la variación en la estimación del volumen individual estuvo asociada al tipo de organismo dominante en cada muestra, debido a diferencias en la aproximación geométrica utilizada o pequeñas diferencias en la estimación de una dimensión, las cuales conducen a enormes diferencias en los cálculos. La variabilidad fue más acentuada en las muestras dominadas por organismos de gran tamaño y con formas semi-esféricas (i.e. *Microcystis* spp.). Las diferencias en la estimación de biovolumen observados en este trabajo, sugiere que si bien éste es un excelente estimador de la biomasa de organismos del fitoplancton, su cálculo debe ser cuidadosamente realizado especialmente en muestras de comunidades dominadas por organismos coloniales de gran tamaño. Asimismo, la combinación de conteos a distintos aumentos de organismos de distintos tamaños o inclusive la realización de muestreos acordes al tamaño de los organismos debe ser considerado para mejorar las estimaciones.

Distribución de genotipos tóxicos de *Microcystis* spp. y expresión de genes de toxinas en el embalse de Salto Grande, río Uruguay

Martínez de la Escalera, G (1), Kruk, C (2,3), Segura, A (3), Piccini, C (1)

(1) Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, Avenida Italia 3318. Montevideo 11600. Uruguay (2) Sección Limnología, Facultad de Ciencias, UdelaR. Iguá 4225. Montevideo 11400. Uruguay (3) Centro Universitario Regional Este, Rocha, UdelaR. Ruta nacional N°9 intersección con ruta N°15

Las especies del complejo *Microcystis aeruginosa* (CMA) son las cianobacterias formadoras de floraciones tóxicas de agua dulce más frecuentemente encontradas en Uruguay y en el mundo. Diferentes especies e incluso poblaciones de una misma especie del CMA son altamente variables en relación a su toxicidad, existiendo genotipos potencialmente tóxicos y no tóxicos que coexisten en una floración. Sin embargo, hasta el momento es imposible distinguir los genotipos tóxicos de los no tóxicos mediante análisis morfológicos clásicos. Por ello, hemos desarrollado un método de detección de genotipos tóxicos del CMA basado en PCR cuantitativo en tiempo real (qPCR) mediante la detección de genes involucrados en la síntesis de microcistinas (*mcy*). Estudios previos realizados en el río Uruguay y Río de la Plata han demostrado que las principales variables ambientales que afectan la abundancia de los genotipos tóxicos son la temperatura y la salinidad. En este marco, este trabajo tiene como objetivo estudiar la distribución de cianobacterias productoras de microcistinas en el río Uruguay, así como la expresión de genes *mcy*. Se analizaron muestras de agua tomadas en los meses de enero y febrero de 2015 en cinco estaciones en el embalse de Salto Grande, aguas arriba y aguas abajo del mismo. Se midieron diversas variables ambientales *in situ*, se cuantificaron los genes *mcyB*, *mcyD*, *mcyE* y *mcyJ* y se analizó su expresión. Los resultados muestran que la abundancia de genotipos tóxicos fue mayor en el embalse y menor aguas arriba y aguas abajo del mismo, coincidiendo con el patrón de expresión génica (coeficiente de correlación de Spearman $r_s=0,69$, $p<0,05$). Se observó asimismo una correlación fuerte y positiva entre las abundancias de los genes *mcyB*, *mcyE*, *mcyJ* y su expresión con la temperatura del agua ($r_s=0,77$ y $0,83$ respectivamente, $p<0,05$). El único caso donde no se observó este patrón fue para *mcyD* ($p>0,05$). Esto coincide con estudios previos, en los que la mayor abundancia del gen *mcyD* se relacionó negativamente con la temperatura ($r_s=-0,33$, $p<0,05$), sugiriendo que podría ser potencial marcador de una población tóxica que prolifera en meses fríos. Próximamente se realizará un muestreo de invierno para obtener información sobre la abundancia y expresión de genes *mcy*, lo que permitirá avanzar en el conocimiento del efecto de la temperatura sobre los distintos genotipos tóxicos. Una vez obtenidas todas las muestras de verano e invierno se evaluará la diversidad de poblaciones tóxicas usando la variabilidad del gen *mcyJ* mediante *high resolution melting* (HRM) como indicador de diversidad. Se conocerán así las preferencias ambientales de las diferentes poblaciones tóxicas. Los hallazgos de este estudio aportan al conocimiento de la ecología de este grupo y proporcionan herramientas que pueden ser transferibles a la gestión de los sistemas acuáticos.

Sinergias entre los sectores académicos y de gestión para elaborar herramientas de monitoreo de floraciones de fitoplancton en Uruguay

Cabrera C. (1), Sarthou F.(1), Segura A.(2), Britos A.(3), Gravier A.(3), Lagomarsino J.J. (4), Langone J.A. (5) , Rodríguez A. (6), Vidal L. (3), Kruk C. (1,7)

(1) Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay - (2) MA-REN y Ecología Funcional de Sistemas Acuáticos, CURE Rocha, Universidad de la República, Uruguay – (3) Obras Sanitarias del Estado, Laboratorio Central, Departamento de Montevideo, Uruguay. (4) Obras Sanitarias del Estado, Laboratorio Laguna del Sauce, Departamento de Maldonado. Uruguay – (5) Obras Sanitarias del Estado, Usina de Aguas Corrientes, Departamento de Canelones. Uruguay – (6) Intendencia de Montevideo, Departamento de Desarrollo Ambiental, Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, Uruguay – (7) Laboratorio de Etología, Ecología y Evolución, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, Ministerio de Educación y Cultura, Uruguay

La relevancia ambiental y social de las floraciones de cianobacterias potencialmente tóxicas en Uruguay evidencia la necesidad de invertir en sistemas de monitoreo. Estos deben ser eficientes en cuanto al tiempo de respuesta y la detección temprana de los sitios con potenciales floraciones, incluyendo aspectos teóricos del funcionamiento ecosistémico y conocimiento de las reglamentaciones y necesidades institucionales. Por esto, es necesario generar trabajos conjuntos entre equipos académicos y equipos técnicos que se enfrentan al problema desde diferentes ópticas. El proyecto ANII María Viñas “Automatización del monitoreo de floraciones de fitoplancton” tuvo como objetivo desarrollar una herramienta informática para contabilizar y estimar biomasa de fitoplancton de forma semiautomática y simple, de poco costo y mantenimiento y que atienda a las necesidades reales de las instituciones encargadas del monitoreo. Fue liderado por investigadores de la Universidad de la República e Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable junto con personal dedicado al monitoreo de floraciones de instituciones estatales de Uruguay. Se implementaron cuestionarios para conocer las características y problemas del análisis de fitoplancton, se realizaron talleres de discusión de las metodologías utilizadas, se intercambiaron muestras para la calibración del software y se realizaron y difundieron informes de avances. En los talleres participaron 12 técnicos y cinco investigadores. Una gran preocupación fue la potencial sustitución del trabajo humano por el software, lo que se subsanó haciendo énfasis en la necesidad de complementar los análisis para el estudio de alertas tempranas. Más de la mitad de los técnicos cuenta con buenas condiciones de trabajo, el 56 % de las instituciones monitorean e informan valores totales de fitoplancton y especies de cianobacterias claves según valores umbrales definidos por la OMS. El problema más frecuente del análisis es el exceso de material inorgánico. La mitad de los laboratorios analiza muestras todos los días, lo que insume gran cantidad de tiempo del personal y revela la necesidad de generar herramientas comunes para preseleccionar muestras. El desarrollo del proyecto evidenció la necesidad de generar más ámbitos de cooperación entre sectores. La consolidación de equipos interinstitucionales es clave para el desarrollo de herramientas que aumenten la eficiencia en la detección de floraciones, optimicen el trabajo humano y mejoren el tratamiento de una gran problemática ambiental del país.

Acciones implementadas en Aguas de Corrientes desde la detección de floraciones en las tomas de captación superficial de las plantas potabilizadoras ubicadas sobre los ríos Paraná y Uruguay

Roman Nancy

Aguas De Corrientes S.A. - lab.central@aguasdecorrientes.com

La primera detección de floración de cianobacterias importante se realizó en el año 2004 con un florecimiento de *Microcystis aeruginosa* sobre la toma de captación superficial de Corrientes Capital que también afectó a las tomas de captación de las localidades de Goya y Esquina.

En el año 2008 se detectó una importante floración de *Doliospermum spiroides* que afectó las tomas de captación superficial sobre el río Uruguay en las localidades de Santo Tomé, Monte Caseros y Paso de los Libres.

A partir de la primera detección de floraciones se han encarado desde la Gerencia de Calidad de Aguas de Corrientes una serie de acciones tendientes a la investigación del fenómeno sin precedentes históricos que se había detectado en el río Paraná.

Estas acciones incluyen capacitación, incorporación de personal especializado en taxonomía algal, implementación y puesta a punto de técnicas analíticas para determinación de toxinas; ensayos de remoción de microcistina por acción del cloro; desarrollo e implementación de un plan de contingencia ante floraciones algales basado en las recomendaciones de la OMS; participación en la redacción del Manual de Cianobacterias y Cianotoxinas Identificación, Toxicología, Monitoreo y Evaluación de riesgo, editado por Leda Gianuzzi en el año 2008; convenios con el Centro Nacional de Parasitología (CENPETROP) dependiente de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) para la realización de bioensayos en ratones; visita a establecimientos potabilizadores en SABESP (Brasil) para capacitación en tratamiento y evaluación de carbón activado (Gerencia de procesos), ensayos de intercomparación de microcistina por HPLC (convenio Aguas Cordobesas, Aguas y Saneamientos Argentinos (AySA), Universidad Nacional de la Plata (UNLP), ensayos con carbón activado a escala laboratorio, capacitación y entrega de kits para determinación de microcistina a Municipios sobre la costa del río Uruguay (Santo Tomé Paso de los Libres y Monte Caseros); implementación de panel de olores, seguimiento y evaluación de resultados; monitoreo y evaluación de implementación del tratamiento en plantas sobre el río Uruguay; participación en jornadas y congresos a nivel nacional e internacional, entre otras.

El presente trabajo describe un resumen de tales acciones y los resultados obtenidos para el manejo y gestión de floraciones en la fuente con el objeto de mantener la calidad del agua potable entregada al consumidor en las plantas afectadas.

Evaluación sensorial y ensayos de adsorción con Carbón activado en polvo asociado a la presencia de algas en el Río Uruguay.

Bogarín Cinthia

Aguas de Corrientes S.A. Gob. Pampín 115. Corrientes. 3400. TEL 0379-4422980
cgbogarín@gmail.com

En los últimos años se ha controlado la presencia de compuestos orgánicos contaminantes que pudieran afectar la calidad del agua potable debido a problemas de olor y sabor en el agua proveniente del Río Uruguay, fuente de consumo de las localidades Correntinas de Santo Tomé, Paso de Los libres y Monte Caseros. En la mayoría de las situaciones los hechos estuvieron relacionados con la abundancia masiva de cianobacterias cuyos metabolitos secundarios: 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 cortos periodos registraron olores a séptico y barro. Los análisis respectivos determinaron la presencia de geosmina y 2-metilisoborneol en el agua natural por la abundancia masiva de cianobacterias. En las salidas de las plantas solo se percibieron olores a moho-hierba, con una permanencia en general desde el mes de enero a marzo con mayor importancia, aunque en estos dos últimos años no fue significativa la floración en esta zona.

En años anteriores existieron alteraciones del sabor del agua potable en una de las localidades, Monte Caseros, con característica amarga, donde se evaluó también la presencia de clorofenoles, asociados a la presencia de herbicidas fenoxiácidos en fuentes de aporte al Río Uruguay y el 2,4,6-tricloroanisol 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. 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.

Influencia de la presencia de cianobacterias y coliformes fecales sobre la calidad del agua en las playas del perilago de Salto Grande

Andrade S. (1), Panozzo V. (1), Bordet F. (1)

Colaboradores: Pulidori M.(1), López C. (1)

(1) Area Gestión Ambiental CTM Salto Grande, Gerencia Ingeniería y Planeamiento.

La calidad del agua no es una característica absoluta, sino que es más un atributo definido socialmente en función del uso que se le piense dar. El objetivo de este trabajo es evaluar la calidad del agua del embalse Salto Grande desde la perspectiva sanitaria integral (uso recreativo), estableciendo entre los parámetros Coliformes Fecales y Cianobacterias, el de mayor influencia negativa para el uso definido.

En el presente trabajo la Comisión Técnico Mixta de Salto Grande (CTMSG), en acuerdo con CARU, ha trabajado desde el año 2007 en un Plan de Vigilancia Sanitaria de las playas del perilago. En este trabajo se ha obtenido un paquete de datos relativos a la calidad biológica de estas aguas, en donde se realiza un estudio evolutivo y comparativo de la presencia de Coliformes Fecales y Floraciones Algales (Cianobacterias) en playas del Embalse entre otros parámetros fisicoquímicos.

De este Plan de Vigilancia se toman para este estudio nueve áreas recreativas del perilago de Salto Grande (Playa Sur, Playa Baly y Playa Grande de la ciudad de Federación, Las Palmeras, Los Médicos y Las Perdices de la ciudad de Concordia, Los Pinos, la Toma y IMS Parque del Lago de la ciudad de Salto) las cuales fueron monitoreadas semanalmente en época estival entre 2007 y 2015.

Del análisis de los resultados surge que, en la fracción del perilago de la ciudad de Federación (Playa Baly, Sur y Grande), el 60% de las muestras estudiadas se encuentran por encima de los estándares de calidad Microbiológica. En cambio, en lo relacionado a la presencia de floraciones de cianobacterias, se ven superados los estándares de calidad en solo un 16 % de las muestras. Para aquellas áreas pertenecientes a Margen Uruguay (Playas Los Pinos, IMS y la Toma), tomando en cuenta que estas se encuentran en una zona de poca o escasa urbanización, la relación varía; solo un 10% de las muestras analizadas se encuentran por fuera de estándares de calidad con respecto a cianobacterias y en el análisis de la calidad microbiológica un 19% superan los valores normativos de estándares de calidad. Algo similar se visualiza en las Playas de Concordia (Embalse) en donde los porcentajes fuera de la normativa, tanto para Cianobacterias como Coliformes fecales no exceden el 25%. De los datos analizados es posible concluir, que en el agua del embalse, existe una preponderancia, en su afectación para usos recreativos, que sería debido a factores microbiológicos (presencia de colifecales), mientras que la presencia de las cianobacterias, actuarían como síntoma o respuesta a esta alta carga orgánica presente en el área y al comportamiento hidrológico del lago.

Distribución de cianobacterias planctónicas en ecosistemas límnicos de Uruguay y potencial impacto en áreas recreacionales del Río Uruguay

Haakonsson S. (1), Somma A. (1), Díaz, I. (2), Gravier A. (3), Britos A. (3), Vidal L. (3), De León L. (4), Brena B. (5), Rodríguez-Gallego L. (6), Aubriot L. (1), Bonilla S. (1)

(1) Grupo de Ecología y Fisiología del Fitoplancton, Sección Limnología, Facultad de Ciencias- (2) Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio (IECA)- (3) División Análisis Biológicos - Área Hidrobiología. Laboratorio Central Dr. Francisco Alciaturi, Obras Sanitarias del Estado (OSE) - (4) División Calidad Ambiental, Ministerio de Vivienda Ordenamiento, Territorial y Medio Ambiente (DINAMA-MVOTMA) - (5) Cátedra de Bioquímica, Facultad de Química, UdelAR - (6) Departamento de Ecología y Evolución, CURE, UdelAR - signehaak@outlook.com

Las floraciones de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas constituyen un problema mundial, usualmente asociado a la eutrofización de los ecosistemas acuáticos. Muchos ecosistemas límnicos en Uruguay también están afectados por esta problemática. Si bien existen numerosos antecedentes sobre cianobacterias planctónicas formadoras de floraciones en el país, hasta el presente no hay estudios que resuman la información existente. El primer objetivo de este trabajo fue realizar un análisis sinóptico de la presencia de las cianobacterias planctónicas en los cuerpos de agua superficiales, según los niveles guía para aguas recreacionales propuestos por la Organización Mundial de Salud (OMS). Se construyó una base de datos ($n= 3057$, 64 ecosistemas, desde 1983 a 2012) con indicadores cuantitativos de cianobacterias (abundancia, biovolumen) y clorofila a fitoplanctónica, provenientes de bibliografía y datos de DINAMA, OSE, UPM, IM, CTM, UTE y la Universidad de la República. Los géneros de cianobacterias más frecuentes fueron *Dolichospermum*, *Microcystis* y *Pseudanabaena*, y los valores de biovolumen más altos registrados correspondieron a *Microcystis*. Los embalses sobre el Río Uruguay y el Río Negro y las playas del Río de la Plata fueron las zonas de mayor riesgo de exposición a cianobacterias según las categorías de la OMS. El segundo objetivo del trabajo fue analizar el impacto de las cianobacterias en el uso recreacional de la población sobre el Río Uruguay, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) para lo que se seleccionaron 17 sitios desde Bella Unión (Río Uruguay) hasta Carmelo (Río de la Plata). Para cada sitio se trabajó con dos zonas, una de 5 km para estimar el número de usuarios potenciales y otra de 2,5 km para determinar la frecuencia de indicadores cuantitativos de cianobacterias mayores al primer nivel Guía de la OMS. En el sitio de Bella Unión, el 70% de los casos presentaron valores de cianobacterias mayores al nivel 1. La Playa Park (Paysandú) fue el sitio con mayor riesgo, al considerar el número de usuarios potenciales (85000 personas) y que el 40 % de los casos los indicadores de cianobacterias alcanzaron valores mayores al nivel 1. La integración del uso de datos límnicos y SIG permite visualizar zonas de riesgo y la distribución de estos organismos a nivel país o en cuencas de interés. Estos resultados aportan información que podría ser incorporada en planes de monitoreo y gestión en el Río Uruguay.

Seguimiento de servicios de agua potable abastecidos por el Río Uruguay con presencia de cianobacterias potencialmente productoras de microcistinas, de acuerdo al “Protocolo de Alertas por Cianobacterias” establecido por el Área Hidrobiología del Laboratorio Central, Obras Sanitarias del Estado (OSE).

Vidal L., Gravier A., Pérez M. C., Britos A.

Gerencia de Gestión de Laboratorios, Laboratorio Central Dr. Francisco Aciaturi, Montevideo, Uruguay - lvidal@ose.com.uy

En el Área Hidrobiología del Laboratorio Central de OSE se realiza el análisis de plancton de los sistemas acuáticos superficiales que se utilizan como fuentes de agua potable de 66 servicios. Ante la presencia de cianobacterias potencialmente productoras de microcistinas (CPPMC) en el agua que ingresa a la planta potabilizadora (agua Bruta), se disparan una serie de acciones para el seguimiento de cada sistema y el control del proceso de potabilización. Se estableció un “Protocolo de Alerta por Cianobacterias”, en el que se definieron diferentes *Estados de Alerta* en función del biovolumen (BV) de CPPMC expresado como células equivalentes por mL (donde 1 célula equivalente corresponde a un biovolumen de 100 μm^3) y de la concentración de microcistinas totales (MC en $\mu\text{g L}^{-1}$), determinada mediante ELISA en placa. Los *Estados* se definen como *Normal*: ≤ 500 células equivalentes por mL (cél. eq. mL⁻¹) en agua *Bruta*, *Vigilancia*: entre > 500 y ≤ 2000 cél. eq. mL⁻¹ en *Bruta*, *Alerta 1*: entre > 2000 y ≤ 10000 cél. eq. mL⁻¹ en *Bruta* y concentración de MC entre $\geq 0,2$ y $< 1,0$ $\mu\text{g L}^{-1}$ en *Bruta* o *Elevada* (agua tratada), *Alerta 2*: > 10000 cél. eq. mL⁻¹ en *Bruta* y/o MC $> 1,0$ $\mu\text{g L}^{-1}$ en *Bruta* y $< 1,0$ $\mu\text{g L}^{-1}$ de MC en *Elevada* y *Alerta 3*: > 20000 cél. eq. mL⁻¹ en *Bruta* y/o $\geq 1,0$ $\mu\text{g L}^{-1}$ de MC en *Elevada*. En este trabajo se presenta el seguimiento del *Protocolo* en servicios de agua potable abastecidos por el Río Uruguay, entre diciembre del 2013 y mayo del 2015. Se registraron CPPMC en Bella Unión, Salto, Paysandú, Fray Bentos y Nueva Palmira. Los servicios de Bella Unión y Paysandú se encontraron en Estado *Normal* todo el año. Salto estuvo principalmente en *Estado Normal*, con ocasionales etapas de *Vigilancia*, Fray Bentos se encontró en *Estado Normal* y ocasionalmente en *Alerta 1* o *Alerta 2*, mientras que Nueva Palmira se encontró en *Alerta 1* y *Alerta 2* alternados con períodos de *Normal* o *Vigilancia*. Los taxones registrados con mayor frecuencia y biomasa fueron morfotipos de *Microcystis sp.*, mientras que con menor frecuencia se observaron diversos filamentos del Orden Oscillatoriales y Nostocales, con menor biomasa. El biovolumen total de cianobacterias en el agua *Bruta* varió entre 0,3 y 4960,4 cél. eq. mL⁻¹ y la concentración de microcistinas totales entre $< 0,2$ y $1,7$ $\mu\text{g L}^{-1}$, encontrándose una correlación positiva entre estas variables ($p < 0.01$). En las muestras de agua *Elevada* ocasionalmente se observaron cianobacterias con baja biomasa (máximo 70,0 cél. eq. mL⁻¹) y en ningún caso se detectó MC ($< 0,2$ $\mu\text{g L}^{-1}$), cumpliendo en todos los casos con la normativa nacional de calidad de agua (Decreto 375/2011).

Método basado en la fluorescencia de pigmentos *in vivo* como nueva herramienta de monitoreo de floraciones fitoplanctónicas en Uruguay.

Cremella Bruno (1)*, Masdeu Malvina (2)**, Somma Andrea (1), Bonilla Sylvia (1)¹

(1) Grupo de Ecología y Fisiología de Fitoplancton. Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República. * brunocremella@gmail.com - (2) Dirección Nacional de Medio Ambiente, Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. **malvina.masdeu@mvotma.gub.uy

Las floraciones de cianobacterias planctónicas afectan negativamente la calidad de agua. Estos organismos pueden producir toxinas, implicando un riesgo para la salud humana y animal. Por lo tanto, resulta de gran interés desarrollar métodos que permitan cuantificar la presencia de las cianobacterias en estadios tempranos de su desarrollo. La fluorescencia de pigmentos *in vivo* permite detectar en forma semicuantitativa la presencia de algas y cianobacterias. Debido a que éste es un método rápido y sencillo, su implementación en los monitoreos de calidad de agua puede contribuir a la toma de decisiones inmediatas y preventivas. En ecosistemas de agua dulce los principales pigmentos fluorescentes son la clorofila *a* y la ficocianina, siendo predominantes en algas eucariotas y cianobacterias, respectivamente. En Uruguay, las floraciones de cianobacterias son frecuentes en diversos cuerpos de agua. En las playas del Río de la Plata se registran principalmente en verano, donde hay alta concurrencia de bañistas y por lo tanto un mayor riesgo para la salud humana. El objetivo de este trabajo es desarrollar un método para la cuantificación rápida de cianobacterias basado en la fluorescencia de pigmentos *in vivo* y que pueda ser usado por técnicos de diferentes entes, con resultados intercomparables. Para ello se intercalibraron 7 fluorómetros de campo y se instrumentó un plan piloto de monitoreo interinstitucional, donde participaron seis intendencias costeras (desde Colonia a Rocha). Se monitorearon 48 playas durante dos campañas : invierno y verano (2014-2015). Adicionalmente, se extrajeron muestras de agua para cuantificar la clorofila *a* por extracción y para realizar la identificación cualitativa de la comunidad fitoplanctónica. Los resultados sugieren que con bajas concentraciones de clorofila *a* ($< 20 \mu\text{g/L}$) la fluorescencia de los pigmentos *in vivo* es un buen indicador de cambios de biomasa y composición del fitoplancton. En las aguas de playas, durante el verano, en comunidades dominadas por cianobacterias la fluorescencia de la ficocianina presentó una mayor correlación ($r = 0.79$) con la concentración de clorofila *a* que la fluorescencia de la clorofila *a* ($r = 0.54$), señalando que la ficocianina es un excelente indicador de cianobacterias. El método es sensible, simple, rápido, de bajos costos y permite intercomparar los resultados entre diferentes entes encargados del monitoreo ambiental. El método está en etapa de validación y se espera que pueda ser incorporado en nuevas normativas en relación a valores guías para cianobacterias en Uruguay.

Impacto de los fitosanitarios sobre los productos agroalimentarios y el ambiente

Cesio V. (1) Fernández, G. (1), Hladki R. (1), Pareja L. (1), Colazzo M. (1), Ferreira I. (1), Courdin V. (1), García I. (1), Paladino C. (1), Pérez C. (1), Peloché D. (1), Abbate S. (1)

(1) “Abordaje Holístico a una temática tan innovadora como preocupante: impacto de los agroquímicos sobre los productos agroalimentarios y el ambiente” - veronicacesio@gmail.com

A fines del 2013 la CCI aprobó la creación de un Polo de Desarrollo Universitario (PDU) cuyo objetivo principal es proponer y promover la adopción de manejos responsables de fitosanitarios que aseguren sustentabilidad social, ambiental y económica. La propuesta de investigación del Grupo recientemente creado es la detección y cuantificación de residuos de agroquímicos en el ambiente (suelo, aire, cursos de agua) y en productos a cosechar. A partir de éstos datos, basados en modelos se espera proceder al análisis que permita el diagnóstico de la magnitud de los impactos por producto-sistema-ambiente productivo. La información generada será utilizada para la planificación de la secuencia de acciones y estudios necesarios para la mitigación de los mismos, jerarquizando según importancia o urgencia del problema.

La investigación en el compartimiento del agua resulta vital en consideración tanto de la importancia de los potenciales impactos de su contaminación así como de la valiosa información que puede proveer en relación a las prácticas de uso y manejo de fitosanitarios en las cuencas que nutren el compartimiento. Un hecho al que no se le presta suficiente atención de esta interrelación es, por ejemplo, que en el año 2008, según datos del MAGP se importaron 45.000 toneladas de fertilizantes fosforados de baja disponibilidad, lo que da un aporte de 9900 toneladas útiles de fósforo. Un simple cálculo demuestra que el aporte del glifosato aplicado en Uruguay en fósforo a la biosfera ese mismo año, fue un 15% de ese valor, considerando que el fósforo del glifosato es un 100 biodisponible. Existe evidencia de que la presencia de residuos, tanto de herbicidas como insecticidas y fungicidas en cursos de agua puede afectar la estructura y la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos. Estudios recientes señalan además, claros efectos de sinergia entre fertilizantes y pesticidas. La presencia de fertilizantes asociada a muy bajas concentraciones de algunos pesticidas resulta en rápidos efectos de eutrofización.

Considerando las particularidades de nuestra agricultura actual, caracterizada por alto uso de insumos resulta de importancia conocer la concentración de fitosanitarios presente en cursos de agua y su asociación con posibles problemáticas ambientales.

Uso de biomarcadores cito-moleculares de alerta temprana sobre bioindicadores en ambientes acuáticos

Olsson Daniela (1), Acosta Mario (2), Villar Silvia (3)

(1) Laboratorio de Fisiología de la Reproducción y Ecología de Peces. Facultad de Ciencias. Udelar- (2) Laboratorio de Oceanografía y Ecología Marina. Facultad de Ciencias. Udelar – (3) Servicio de MEB, Epifluorescencia y Microanálisis. Laboratorio de Genética Toxicológica. Facultad de Ciencias. Udelar
olsson.daniela@gmail.com

Actualmente el uso de marcadores moleculares bioquímicos, genéticos y celulares, se ha ampliado en todo el mundo, aumentando notablemente en la última década. Son utilizados como herramientas clave para establecer medidas de mitigación mediante estudios de monitoreo e impacto ambiental. Su aplicación es útil en células en cultivo, organismos unicelulares, invertebrados, vertebrados; desde poblaciones de invertebrados (anfípodos, gasterópodos, bivalvos), aves, anfibios, reptiles, peces y mamíferos (incluido humanos). En sistemas acuáticos particularmente, constituyen alertas tempranas frente a modificaciones del ambiente (que ocurren a nivel del sedimento o de la columna de agua), permitiendo prevenir situaciones de potencial peligro para las comunidades que habitan esos ecosistemas. En Uruguay, hemos utilizado con éxito el test de micronúcleos, ensayo cometa, índice ADN/ARN y el ensayo clonogénico, en diversos bioindicadores: gasterópodos, bivalvos, peces, mamíferos y líneas celulares (CHO K1, CHO 9, VERO, T24, etc.). Consideramos que constituyen herramientas relevantes, cuyos datos son cuantificables, precisos y se correlacionan con parámetros físico-químicos y mediciones de xenobióticos de diversos orígenes (agroquímicos, hidrocarburos, fósforo, nitrógeno, coliformes, etc.) que se cuantifican habitualmente en estudios clásicos de impacto ambiental. Estos biomarcadores se utilizan en estudios de campo y en condiciones de laboratorio, permitiendo realizar ensayos de validación, estudios de reparación (para establecer resiliencia o modificaciones en la composición de las comunidades bióticas) y análisis de dosis-respuesta. En suma, consideramos que los biomarcadores de exposición y efecto cito/moleculares, representan poderosas herramientas para la caracterización ambiental y prevención de impactos crónicos/agudos de alerta temprana.

SESION DE PANELES

Floraciones de Cianobacterias potencialmente tóxicas en el Río Uruguay

Meichtry de Zaburlín N., Llano V.

Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Instituto de Biología Subtropical (IBS). CONICET. Universidad Nacional de Misiones. Rivadavia 2370, Posadas, Misiones, Argentina.
meichtry4@hotmail.com

La eutrofización es la amplificación de los procesos de producción biológica en ríos, lagos y embalses causada por el incremento en los niveles de nutrientes, principalmente fósforo y nitrógeno. Una de las consecuencias de este proceso es la aparición de floraciones de Cianobacterias potencialmente tóxicas. Sumado a ello, la construcción de embalses con el aumento del tiempo de residencia del agua favorece el desarrollo y expansión de estos episodios afectando la calidad del agua. En este trabajo se presenta una compilación de las floraciones de Cianobacterias potencialmente tóxicas registradas en el río Uruguay, en el tramo Panambí (Misiones) - Monte Caseros (Corrientes). Se detectaron 30 especies de cianobacterias y los registros de la ocurrencia de floraciones datan desde el año 1998, donde se registró una proliferación de *Dolichospermum spiroides* que causó alarma en las poblaciones ribereñas. Estos eventos fueron más evidentes y extendidos en los años más secos. En los últimos años las floraciones de cianobacterias fueron reiteradas en distintos tramos del río Uruguay. Las especies más frecuentes fueron *Aphanizomenon schindleri* y *Aphanizomenon* spp. a diferencia de lo registrado en el río Paraná donde *Microcystis aeruginosa*, *Dolichospermum circinalis* son las especies más ampliamente distribuidas. En el verano de 2008 se registró una floración de *Aphanizomenon* spp. con una concentración de más de 1.500.000 cél/mL en la zona de Panambí y de 336.350 cél/mL en Paso de los Libres. Este fenómeno se repitió durante el verano y principios del otoño de 2009 en Monte Caseros donde la concentración de cianobacterias superó las 300.000 cél/mL con porcentajes de participación mayor al 80% del total de la muestra. En general fueron comunes los desarrollos masivos mixtos, siendo las principales especies acompañantes *Dolichospermum spiroides*, *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *Raphidiopsis mediterranea* y *Cylindrospermopsis raciborskii*. Estos eventos produjeron importantes quejas en las poblaciones ribereñas usuarias del recurso por episodios frecuentes de olores y sabores desagradables en el agua destinada al consumo humano. Los valores registrados superan ampliamente los valores guías determinados por la OMS tanto para el uso para consumo humano como para ser utilizado como áreas recreativas. El monitoreo de los cuerpos de agua y sistemas de suministro para detectar cianobacterias y cianotoxinas no es todavía una práctica común en nuestro país por lo que surge la necesidad del monitoreo de los ambientes acuáticos especialmente en las zonas de toma de agua para abastecimiento humano, dado su potencial riesgo para la salud.

Las Cianobacterias del Lago de Salto Grande: una investigación pedagógica

Delgado Silvina C. Gisela, González Fátima, Peralta Manuela

Profesorado de Educación Primaria. Escuela N°15 “Domingo Faustino Sarmiento” Concordia CP 3200, Entre Rios, Argentina. purificadoss@gmail.com

Los habitantes de la ciudad de Concordia se ven afectados por las condiciones desfavorables que presentan algunos sistemas acuáticos. Una de las problemáticas más acuciantes en la región es conocido como el de las “Floraciones algales producidas por la eutrofización del agua en el lago de Salto Grande”. Por este motivo, para programar una experiencia áulica se seleccionaron muestras del Lago de Salto Grande planteándose cuál es la respuesta ante la presencia de nutrientes de las cianobacterias, también conocidas como algas verde azuladas.

En esta experiencia se busca evaluar si al adicionar nutrientes -fósforo y nitrógeno-, que se encuentran en fertilizantes de venta al público, “las algas del Lago responden de manera favorable ante la presencia de los mismos y si se desarrollan”.

La investigación, observación, complementación de registros, cotejo de datos y análisis se volvió una experiencia profunda que posibilitó agudizar desde lo cognitivo como también desde lo visual y olfativo. Luego del análisis respectivo de las muestras se arribó a las siguientes conclusiones:

1- Las cianobacterias responden y aumentan su abundancia ante la adición de fertilizantes ricos en nitrógeno y fósforo (tratamiento), que evidenciaron un pico a los 4 días. La adición de nutrientes no fue suficiente, ya que influenciaron otras condiciones favorables para su desarrollo, tales como una temperatura superior a 25° C. 2- Al quinto día se observó que las cianobacterias decayeron. 3- Se debe dar un conjunto de condiciones para que se desarrollen las cianobacterias. En el embalse de Salto Grande están asociadas al grado de eutrofización del agua que es consecuencia, entre otros factores, de las lluvias que lavan las tierras circundantes con alto contenido de nitrógeno y fósforo proveniente de los fertilizantes que se utilizan en las cosechas de citrus, arándanos y soja.

A partir de lo expuesto se proyecta una secuencia didáctica, para que el conocimiento generado a partir de la investigación sirva de insumo que posibilite la construcción de nuevos conocimientos en el aula.

Estudio del banco de acinetas (abundancia, características morfológicas y viabilidad) y aproximación paleo-limnológica, de los sedimentos del Embalse de Salto Grande (Río Uruguay)

Gangi D. (1), de Tezanos Pinto P. (1), Plastani S. (2), Laprida C. (2)

(1) Laboratorio de Limnología, IEGEBA, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires - (2) Laboratorio de Sondeos de Ambientes Continentales y Marinos (SACMa) del IDEAN (UBA-CONICET), FCEyN, UBA. - gangi@agro.uba.ar

El Embalse de Salto Grande (tramo medio del Río Uruguay) es un sistema que sufre crecimientos masivos (floraciones) recurrentes de cianobacterias durante la época cálida. Un tipo particular de cianobacterias que forman floraciones son las fijadoras de nitrógeno del grupo Nostocales. Estos organismos son capaces de desarrollar una estructura de resistencia - la acineta - que permite mantener viables a las poblaciones ante condiciones adversas. El objetivo de este trabajo es registrar la abundancia, características morfológicas y viabilidad de las acinetas presentes en los sedimentos superficiales del Embalse de Salto Grande. Para ello, en febrero de 2015, se tomaron 5 muestras ("cores") de sedimentos (dos en el cauce principal del río, dos en ríos tributarios y una en una zona de playa). Los estratos superficiales de los sedimentos se separaron para estudiar la diversidad de acinetas, contenido hídrico, concentración de nutrientes y materia orgánica. Asimismo, se llevó a cabo un experimento de germinación de acinetas utilizando sedimentos de cada sitio y por estrato superficial (0-1 cm; 1-2 cm; 2-3 cm). Se observaron filamentos (provenientes de la germinación de acinetas) en la totalidad de los sitios, prácticamente en todas las profundidades ensayadas (salvo en: 0-1 cm en el cauce principal del río, 1-2 cm en uno de los ríos tributarios y 2-3 cm en la zona de playa). Se registró una diversidad de 5 especies de cianobacterias del grupo Nostocales. No se registró desarrollo de cianobacterias del género *Microcystis* (grupo que también desarrolla floraciones en el embalse), probablemente debido a que esta especie carece de células de resistencia. Para los dos cores extraídos del cauce principal del río (47 y 46 cm de largo cada uno), las determinaciones paleo-limnológicas preliminares indican que la composición de los sedimentos es predominantemente limosa, con estructura laminar, con abundante contenido de agua ($\bar{X}$: 56%), de origen mayormente clástico ($\bar{X}$: 88%) y con niveles de materia orgánica variables (9-16%). Las mediciones de susceptibilidad magnética muestran una menor señal en los estratos superficiales, indicando cambios en las condiciones redox a aproximadamente 20 cm de profundidad en los sedimentos. A posteriori, se realizará la datación con ^{210}Pb , caracterización de pigmentos fósiles, granulometría de partículas, concentración de metales pesados, livianos y alcalinotérreos, y contenido de nutrientes. Tales determinaciones permitirán estimar la tasa de sedimentación en el embalse e inferir el período en el que las cianobacterias comenzaron a desarrollar floraciones en Salto Grande.

Articulación vertical y horizontal: Presencia de cianobacterias en el lago de Salto Grande y Río Uruguay

Raviol Fabricio H. (1), Montti María I. (1), Cayetano María C. (1), Visciglio S. (1)

(1) Facultad de Ciencias de la Alimentación. Universidad Nacional de Entre Ríos - raviolf@fcal.uner.edu.ar

Las cianobacterias se incluyen en el fitoplancton porque liberan oxígeno realizando una fotosíntesis similar a las plantas superiores. Carecen de membrana nuclear como las bacterias. Algunas tienen vida independiente, pero la mayoría se agrega en colonias o formando filamentos.

En embalses y lagos, se producen floraciones, especialmente si existen aportes de nitrógeno y fósforo provenientes de aguas residuales domésticas e industriales, agricultura, ganadería, etc. Estos organismos en determinadas condiciones de stress metabólico producen toxinas nocivas. Los factores ambientales limitantes para su desarrollo son: físicos (luz, elevadas temperaturas, circulación del agua lenta), químicos (disponibilidad de nutrientes inorgánicos, fósforo y nitrógeno-limitantes-) y biológicos (parasitismo, predación, competencia).

El lago de Salto Grande (Entre Ríos), presenta condiciones óptimas para el desarrollo de cianobacterias, dado el elevado grado de eutrofización de sus aguas (enriquecimiento en fósforo y nitrógeno), por lo que se observan floraciones, especialmente en temporada estival.

La presencia de algas en el agua origina problemas de captación y potabilización, metabolitos indeseables, olores y sabores (olor a tierra) y toxinas que afectan al hígado (hepatotoxinas) o al sistema nervioso (neurotoxinas).

El objetivo del trabajo fue identificar estos organismos en el Lago del Embalse de Salto Grande y su persistencia en el río Uruguay. Se planteó una propuesta de articulación entre asignaturas del 1º y 2º año de la carrera Ingeniería en Alimentos: Biología, Química Inorgánica y Física II.

Las actividades experimentales comprendieron la toma de muestras mediante red fitoplanctónica, preparación de medios de crecimiento, siembra en medios enriquecidos e incubación a 25 °C con iluminación natural durante 10 días, identificación de diferentes tipos de cianobacterias según sus aspectos morfológicos por microscopía óptica y, estudio de la influencia de diferentes sales inorgánicas como nutrientes limitantes para el desarrollo de la biomasa.

Finalmente se realizó un plenario en el cual los alumnos presentaron en forma grupal sus informes de resultados.

**Estructura de las comunidades zooplanctónicas y su relación
con las variables ambientales presentes en el sistema
Río Uruguay-Río de la Plata.**

Carballo Carmela (1, 2), Piccini Claudia (3), Nogueira Lucía (1, 2), Calliari Danilo (1, 4, 5), Segura Angel (1, 4), Kruk Carla (1, 2)

(1) Grupo de Ecología Funcional de Sistemas Acuáticos, Udelar - (2) Sección Limnología, IECA, Facultad de Ciencias, Udelar - (3) Microbiología, IIBCE, MEC - (4) PDU Ecología Funcional de Sistemas Acuáticos, CURE-Rocha - (5) Oceanografía y Ecología Marina, Facultad de Ciencias, Udelar.

El objetivo de este trabajo es describir la estructura comunitaria del micro y mesozooplankton y sus relaciones con las condiciones ambientales a lo largo de un gradiente espacial desde el embalse de Salto Grande (SG) en el Río Uruguay hasta el límite exterior del Río de la Plata en Punta del Este (PE). Se analizó la abundancia y estructura comunitaria del zooplankton en relación a variables ambientales en muestreos estacionales (2013-2014) en 6 sitios, incluyendo SG, Fray Bentos, Carmelo, Colonia, Montevideo y PE en aguas abiertas y costa. Se observaron grandes variaciones en salinidad (rango 0-33), temperatura (9-25°C), intensidad de viento, turbidez y abundancia y composición de fitoplancton. Las abundancias y biomasa total zooplanctónicas fueron mayores en los extremos del gradiente (SG – PE), donde la estructura comunitaria fue característica de sistemas límnicos y estuarino-marinos respectivamente. SG estuvo dominado por Rotíferos característicos de sistemas eutrofizados y presentó altas biomasa de cianobacterias. En PE el zooplankton estuvo dominado por copépodos, nauplios y representantes marinos (apendicularias, quetognatos y poliquetos, entre otros). La mayor riqueza de especies se observó en Salto y Fray Bentos, sin embargo ésta fue principalmente debida a Rotíferos. La mayor riqueza de grandes grupos filogenéticos se observó en PE. La temperatura, la salinidad y el estado trófico fueron las principales variables ambientales condicionantes de la estructura comunitaria. La temperatura favoreció la abundancia, biomasa y riqueza del micro y mesozooplankton en todos los sitios ($r_s=0.58$, 0.51 y 0.43 respectivamente, $p < 0.05$). La salinidad actuó como límite separando las comunidades límnicas y marinas con un marcado efecto en la composición específica. En cuanto a la concentración de clorofila, esta tuvo una relación positiva con la abundancia y biomasa del zooplankton ($r_s=0.35$ y 0.23 respectivamente). Por lo tanto, las altas concentraciones de clorofila en SG y PE, así como la mayor exposición al viento y velocidad de corriente en Carmelo y Colonia, podrían explicar la importancia los patrones de mayor abundancia y riqueza observados en ambos extremos del gradiente.

Efecto de la variación del tiempo de residencia del agua y la concentración de nutrientes en el desarrollo de cianobacterias planctónicas en un ecosistema lótico

Illarze M. (1)*; Luis Aubriot L. (1,2), Bonilla S. (1,2), Pérez M. del C. (1)

(1) Sección Limnología, Facultad de Ciencias- Universidad de la República (UdelaR), Uruguay
- (2) Grupo de Ecología y Fisiología de Fitoplancton –

* marianaillarze@gmail.com

La formación de floraciones nocivas de fitoplancton, particularmente de cianobacterias se ve favorecida principalmente en ambientes eutrofizados. Sin embargo, en los ecosistemas lóticos, el tiempo de residencia juega un papel clave en la regulación de la biomasa de fitoplancton. Según numerosas investigaciones, muchos ecosistemas lóticos de Uruguay tienen una alta carga de nutrientes (ej.: Río Negro y río Uruguay), por lo que modificaciones del régimen hidrológico por embalsamiento pueden tener como consecuencia la aparición de floraciones. El objetivo del estudio fue determinar la influencia del tiempo de residencia y de los nutrientes en la formación de floraciones en el Río Negro, uno de los principales afluentes del río Uruguay. El Río Negro presenta condiciones de eutrofia y presenta floraciones de cianobacterias en las zonas embalsadas. Se trabajó en dos etapas. 1- Se analizó la distribución del fitoplancton y variables limnológicas a lo largo del Río Negro (verano 2013). 2- Se realizó un experimento en microcosmos con muestras naturales del Río Negro, utilizando un diseño al azar, combinando factores: con y sin dilución, y, con y sin agregado de nutrientes. Se evaluó la respuesta general de la comunidad de fitoplancton a través de la medición diaria de indicadores globales de biomasa. A tiempo final se analizó la clorofila a por extracción de la comunidad fitoplanctónica total y menor a 10µm. Las distintas zonas del río (aguas arriba, embalses y aguas abajo) no exhibieron diferencias significativas para las concentraciones de nutrientes totales ($p < 0.05$). No obstante, en los embalses, con mayor tiempo de residencia que el río, hay un aumento de la biomasa de fitoplancton, especialmente de cianobacterias, y las mismas se encuentran luego aguas abajo, próximo al río Uruguay. Los resultados del experimento indicaron que el tratamiento con mayor tiempo de residencia del agua y elevada concentración de nutrientes presentan mayor crecimiento del fitoplancton, siendo dominados por cianobacterias coloniales ($p < 0.05$). Sin embargo el fitoplancton de menor talla tuvo un mayor crecimiento relativo al total en el tratamiento con dilución ($p < 0.05$). Cambios en el tiempo de residencia pueden afectar la estructura de la comunidad fitoplanctónica. El aumento de los aportes de nutrientes y las zonas de remanso de ríos, generan condiciones favorables para la presencia de floraciones de cianobacterias. El tiempo de residencia debería ser monitoreado en planes de manejos de los ríos del país.

Crecimiento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden a partir del riego con los efluentes cloacales tratados de Colonia Ayuí (Concordia, Entre Ríos)

Martínez M. A. (1)*, Teson N. (2,4), Hadad H. (1,3), Rossi A.(4)

(1) UNL, Facultad de Humanidades y Ciencias, Santa Fe, Argentina. (2) INTA EEA Concordia. CC34, CP E3200AQK Concordia, Entre Ríos, Argentina. (3) Química Analítica, Facultad de Ingeniería Química (UNL)-CONICET. (4) UTN FR Concordia. Salta 277, CP E3200EKE Concordia, Entre Ríos, Argentina. - alemar821@hotmail.com

La represa hidroeléctrica Salto Grande, es una de las principales fuentes de energía eléctrica de Argentina y Uruguay. El embalse es utilizado además para abastecimiento de agua potable, navegación, riego y recreación. La frecuente ocurrencia de floraciones de algas en el mencionado embalse y particularmente en la zona de descarga del efluente cloacal provenientes de la localidad de Colonia Ayuí, (Entre Ríos), se ha convertido en una amenaza ambiental para la comunidad. En general, los tratamientos terciarios destinados a eliminar los nutrientes son caros y por lo tanto poco utilizados. Una alternativa para disminuir la contaminación es la reutilización de las aguas residuales para el riego de cultivos.

El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden irrigado con el efluente cloacal proveniente del sistema de tratamiento municipal de la localidad de Colonia Ayuí, Entre Ríos. Mediante un ensayo realizado en macetas, se evaluaron cinco diluciones del efluente y se analizaron las variables: diámetro del cuello (DAC), altura total (Ht), concentración de nitrógeno y fósforo en los distintos compartimentos de la planta (hoja, tallo, ramas y raíces), biomasa radical, biomasa aérea y área foliar específica.

Las variables se analizaron estadísticamente mediante ANOVA. Las medias se compararon mediante el Test de Tukey ($P < 0,05$). Para realizar los análisis se utilizó el software Statistica 7.1 (StatSoft, Inc).

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que la irrigación de *E. grandis* con el efluente cloacal tratado de Colonia Ayuí, Concordia, produjo un aumento significativo en su crecimiento inicial. El uso de los efluentes en este tipo de producción, contribuiría además a solucionar los problemas ambientales que ocasiona la descarga de efluentes con alto contenido de nutrientes en las aguas del Lago de Salto Grande.

Nuevo método para detección y cuantificación en bajas abundancias del Complejo *Microcystis aeruginosa* (CMA)

Alcántara I (1), Segura, A. M. (2), Calliari D. (2,4), Piccini C. (2,3), Kruk C. (1,2)

(1) Limnología, IECA, Facultad de Ciencias, UdelaR. Montevideo, Uruguay. (2) Grupo de Ecología funcional de Sistemas Acuáticos, Cure-Rocha, UdelaR, Rocha Uruguay. (3) Laboratorio de Microbiología, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente estable, Montevideo, Uruguay. (4).Oceanografía y ecología marina, IECA, Facultad de Ciencias, UdelaR, Montevideo, Uruguay nalcann@gmail.com

Dentro de los grupos de cianobacterias que comúnmente forman floraciones se encuentra el Complejo *Microcystis aeruginosa* (CMA). Este incluye a los organismos del género *Microcystis* y géneros afines (e.g.: *Sphaerocavum* y *Radiocystis*). Es uno de los más comunes gracias a su capacidad de acumular grandes biomasa superficiales, soportar el estrés generado por el arrastre y la mezcla intermitente en ecosistemas con alta carga de nutrientes y embalsados, condiciones cada vez más comunes en el mundo. En los monitoreos de calidad de agua y floraciones de cianobacterias se utilizan distintos indicadores de biomasa incluyendo la clorofila-a, el número de células y el biovolumen. Este último en el caso de los organismos del CMA, puede variar mucho debido al tamaño que alcanzan las colonias. A su vez, la capacidad de alcanzar grandes tamaños coloniales hace que cuando ocurren en baja abundancia, la cuantificación a partir de pequeños volúmenes de muestra puede resultar en la subestimación o falsos negativos. En este trabajo comparamos distintos métodos de cuantificación del CMA incluyendo indicadores de biomasa (biovolumen), abundancia y forma de muestreo (botella y red). Para ello se realizaron dos series de muestreos. El primero, en el sistema Río Uruguay-Río de la Plata (Salto Grande hasta Punta del Este) durante el 2013 y el segundo en el 2015 en 5 estaciones: 3 dentro del embalse de Salto Grande, 1 aguas arriba y 1 aguas abajo del mismo. La utilización de una red (115 μ m poro) en comparación con la botella resultó efectiva para la detección de colonias del CMA cuando éstas se encuentran en bajas abundancias. Asimismo, ponemos a prueba un modelo de regresión (MBv) para facilitar la estimación de biovolumen. El mismo se generó con la primer serie de muestreos y se evaluó con la segunda serie. El uso del Mbv permite ahorrar tiempo dedicado a la estimación de volumen individual y ganar resolución. Predecir una de las medidas a tomar (profundidad) en el microscopio logra un mejor ajuste en los cálculos del volumen de las colonias. Posteriormente se procedió a comparar los valores obtenidos de biovolumen con distintos indicadores utilizados para biomasa de cianobacterias, como el biovolumen y la clorofila ($r_s=0,85$, $p<0,05$) y el biovolumen y el número de células ($r_s=0,93$, $p < 0,05$). Si bien presentaron relaciones positivas y significativas estas no fueron lineales, comprobando que hay diferencias entre los niveles de alerta generados utilizando uno u otro indicador. La implementación de la red combinado con biovolumen de los organismos sería especialmente útil para sistemas de alerta temprana de floraciones del CMA. La generación de un protocolo de monitorio en base a estas herramientas tiene la ventaja de su fácil implementación siendo factible incluso su automatización mediante un software.

Proyecto para la caracterización morfológica, genética y óptica de floraciones tóxicas y no tóxicas del Complejo *Microcystis aeruginosa*. 2014-2018

Deus Álvarez Susana

PEDECIBA, Proyecto Doctorado en Ciencias Biológicas, Microbiología

Las floraciones de fitoplancton nocivas y potencialmente tóxicas son un serio problema ambiental de amplia distribución mundial. Entre las floraciones más frecuentes en Uruguay se encuentran las que forman las especies del género *Microcystis* y afines. Éstas forman densas masas superficiales que muchas veces son multiespecíficas y difíciles de distinguir taxonómicamente. Sin embargo, tienen similares composición genética y rasgos funcionales (morfológicos y fisiológicos), así como similares respuestas a los cambios ambientales. Por esta razón se las agrupa en el complejo *Microcystis aeruginosa* (CMA) y se les puede asignar a un mismo grupo funcional en base a su morfología. Esta agrupación simplifica el monitoreo, la predictibilidad y la generación de medidas de manejo, siendo de fácil aplicación para cualquier especie u organismo en base a su morfología.

Las cianobacterias del CMA producen microcistinas, un tipo de cianotoxinas que producen en los humanos gastroenteritis, daño en el hígado y hasta la muerte. No se conocen a día de hoy los mecanismos por los cuales algunas cepas desarrollan la toxina y otras no. Sin embargo, algunos estudios afirman que existe una relación entre el tamaño de las colonias y la toxicidad, indicando que aquellas cuyo tamaño es mayor a 100 µm son las más tóxicas. Asimismo, el tamaño también se ha asociado a la presencia de los genes que codifican para microcistinas (*mcy*). Por otra parte, se ha observado que el tamaño, la forma y otros rasgos morfológicos como las vacuolas de gas, de los organismos del fitoplancton, afectan sus propiedades ópticas dispersando y absorbiendo de distintas maneras la luz.

La hipótesis de este proyecto es que las similitudes morfológicas y ópticas de los organismos del CMA permiten su identificación mediante adquisición remota de imágenes. Asimismo, dado que la morfología refleja su potencial para producir toxinas, será posible determinar la probabilidad de que la floración sea tóxica. El objetivo es relacionar la morfología de comunidades naturales de fitoplancton dominadas y no por el CMA con sus propiedades ópticas inherentes y con la presencia de toxinas y genes *mcy*. Las muestras serán procesadas para estimar la morfología, abundancia y biovolumen de todos los organismos del fitoplancton así como la concentración de genes *mcy* y de microcistinas totales. Se tomarán fotografías que mediante la aplicación “Hydrocolor” permitirá registrar las propiedades ópticas del cuerpo de agua.

La relación entre las propiedades ópticas, morfológicas y toxicidad permitirá generar una herramienta de monitoreo de calidad de agua y floraciones tóxicas de cianobacterias del CMA. Esta podría ser aplicable a teléfonos celulares inteligentes (Smart-phone) u otros aparatos compactos electrónicos de uso común que permiten a los usuarios interactuar de diferentes maneras en la red.

Orientadores:

Dra. Claudia Piccini (Departamento de Microbiología, IIBCE)

Dra. Carla Kruk (Limnología, Facultad de Ciencias, UDELAR)

Dr. Martín Montes (Universidad de Quebec en Rimouski-Institute de Ciencias del Mar)

Generación y análisis de Modelos Digitales de Terreno de la zona del Embalse Salto Grande en relación a floraciones algales recurrentes

Fernández Virginia, Drozd Andrea

Comisión Administradora del río Uruguay (CARU)

Con frecuencia se ha observado una alta relación entre el estancamiento de las aguas del embalse Salto Grande y el incremento de floraciones algales por cianobacterias, potencialmente tóxicas para la salud. En el presente trabajo se realizaron modelos digitales de terreno, a partir de datos batimétricos obtenidos por la CARU, a fin de caracterizar zonas de sedimentación y de erosión. Posteriormente se determinaron las propiedades de rugosidad y pendientes del lecho de los cursos de agua, mediante perfiles en distintas zonas del embalse y se analizó su relación con la distribución de floraciones algales recurrentes. Este dato se obtuvo a partir del índice de clorofila a estimado mediante el tratamiento digital de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI y SPOT 5 del año 2014. Se delimitaron distintas zonas de sedimentación sobre el cauce principal y sobre los brazos Mandisoví, Guauguaycito e Itapebí. La mayor recurrencia de floraciones en Mandisoví se situó sobre zonas planas, de menor profundidad, baja rugosidad del lecho y baja pendiente. Por su parte el brazo Guauguaycito presentó baja rugosidad, un declive constante hacia su desembocadura y, en la misma, también alta sedimentación. Esto provocaría una retención del flujo en dicho brazo y por lo tanto un incremento en la probabilidad de estancamiento y floraciones. Por último, el brazo Itapebí presentó una mayor acumulación de sedimentos y rugosidad en su nacimiento y una mayor pendiente, profundidad y baja rugosidad en su desembocadura lo que propicia un mayor flujo, menor acumulación y menor probabilidad de floraciones.

Enterobacterias potencialmente patógenas en agua dulce subsuperficial del Parque Nacional Cabo Polonio: evaluación por técnicas moleculares

Soumastre Martina* (1,2), Rodríguez-Gallego Lorena (2), Piccini Claudia (1,2)

(1) Departamento de Microbiología. Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE). Avenida Italia 3318. Montevideo, Uruguay. (2) PDU de Sistemas Acuáticos. Centro Universitario de la Región Este. Ruta 5 y Ruta 9. Rocha, Uruguay. (*) msoumastre@iibce.com

El Parque Nacional Cabo Polonio (PNCP) se destaca por conservar características representativas de paisaje natural de la costa atlántica uruguaya. Se trata de un área costero marina que posee una gran variedad de ambientes naturales (playas arenosas, puntas rocosas, dunas, bosque nativo costero, humedales), muchos ellos distribuidos de forma restringida en el territorio uruguayo. A su vez, se ha convertido en uno de los destinos turísticos más visitados en los últimos veinte años, lo que ha llevado a la construcción de un gran número de viviendas informales. La mayoría de ellas contienen sus pozos sépticos a pocos metros de distancia de las perforaciones (cachimbas) realizadas para acceder al agua dulce del sitio. Por las características del terreno (mayormente arena), la filtración e intercambio de agua entre pozos y cachimbas se encuentra favorecida, provocando la contaminación orgánica y microbiana del agua dulce del Parque.

En este trabajo se estudió la dinámica anual y el potencial patogénico de bacterias indicadoras de contaminación fecal en agua subsuperficial del PNCP. Para ello, se tomaron muestras de agua de 24 cachimbas localizadas en zonas con presencia y ausencia de vegetación nativa, en verano e invierno de 2013. Se evaluó la abundancia de Enterobacterias mediante CARD-FISH (sonda EntB), la abundancia de coliformes fecales por filtración en membrana (CFm), la concentración de nutrientes totales (NT, PT) y de materia orgánica particulada (MOP). En las muestras positivas para EntB se determinó la presencia de genes de virulencia de *E. coli* shigatoxigénica (*stx1*, *stx2*, *eae*) mediante PCR en tiempo real.

Se detectó mayor abundancia de Enterobacterias, coliformes fecales y concentraciones de NT y MOP superiores durante el verano, coincidiendo con la época del año de mayor concurrencia de turistas al Área. Se detectaron genes de virulencia en varias muestras, incluso en invierno, que actualmente están siendo confirmadas. Los resultados encontrados podrían emplearse en el diseño de estrategias de control de la contaminación microbiana del agua dulce del sitio.

Cianobacterias en abrevaderos y su posible impacto en el ganado

Font E. (1,2), Brena B. (3, 2), Bonilla S. (1,2)

(1) Sección Limnología, Facultad de Ciencias, (2) Grupo de Ecología y Fisiología de Fitoplancton y (3) Cátedra de Bioquímica, Facultad de Química; Universidad de la República, Montevideo.
efirbarne@hotmail.com

Las floraciones de cianobacterias planctónicas que producen cianotoxinas pueden afectar al ganado durante la ingesta de agua, siendo ésta la principal vía de exposición. En caso de intoxicación aguda la mortalidad es muy alta ocurriendo en horas o días. Por otro lado, la intoxicación crónica comprende la exposición prolongada a bajas concentraciones de cianotoxinas, para lo cual, como síntoma evidente se destaca la pérdida de peso. En Uruguay existen registros de abrevaderos con concentraciones de cianotoxinas que podrían afectar al ganado, si bien no se han realizado estudios sistemáticos en el tema. La cuenca del Río Negro es una de las principales zonas ganaderas del país, y sus embalses se caracterizan por ser eutróficos, presentando floraciones de cianobacterias y microcistinas (hepatotoxina). A los efectos de evaluar la situación de la temática se seleccionó esta zona del país y se realizó un estudio combinando tres abordajes: recopilación de datos históricos, análisis de animales afectados y estudios de campo de abrevaderos potencialmente peligrosos para el ganado. Se tomaron muestras de agua de abrevaderos para análisis fisicoquímicos, microscópicos y determinación de microcistinas. A su vez, se realizaron extracciones de sangre de animales expuestos para controlar las enzimas hepáticas (FAS, GOT, GGT). Los resultados del relevamiento evidenciaron seis establecimientos con ganado afectado durante períodos con floraciones en los abrevaderos. El 66 % de los afectados eran ovinos y el resto bovinos, siendo los síntomas más comunes letargo, astenia, pérdida de apetito y pérdida de peso. En cinco casos se registraron muerte de animales, principalmente ovinos (60 % del total). Esto indicaría que la vulnerabilidad de los ovinos es mayor a la de los bovinos. Todas las muestras de agua analizadas revelaron la presencia de floraciones de *Microcystis spp.* con concentraciones elevadas de microcistinas (máximo = 27,6 mgL⁻¹). Las concentraciones de clorofila a superaron el nivel de alerta II de la OMS (50 µgL⁻¹), a partir del cual se recomienda tomar medidas de precaución. Del conjunto de animales donde se realizó un seguimiento de las enzimas hepáticas, 66 % fueron bovinos y el resto ovinos. El síntoma común a todos los casos fue pérdida de peso, evidenciándose además abortos y diarrea en sólo un caso. Las enzimas hepáticas se encontraron elevadas con respecto a los valores de referencia, GOT en 66 % de los casos, y, FAS y GGT en 33 %, lo cual se corresponde con un hígado alterado. Se está trabajando en la puesta a punto de un método para la determinación de microcistinas en suero ya que las enzimas hepáticas son indicadores inespecíficos de daño hepático. Los resultados de este estudio pueden ser insumos claves para estimar la pérdida económica en esta u otra zona del país.

Efecto conjunto del herbicida glifosato y el molusco invasor *Limnoperna fortunei* sobre el fitoplancton y la calidad del agua en el embalse de Salto Grande.

De Stefano LG (1), Gattás F (1), Vinocur A (1,2,3), Bordet F (4), Pizarro H (1,3), Cataldo D (1,3)

(1) Departamento de Ecología, Genética y Evolución-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)-Universidad de Buenos Aires (UBA)-Argentina; (2) Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental-FCEN-UBA-Argentina; (3) IEGEBA-CONICET-Argentina; (4) Comisión Técnica Mixta Salto Grande-Argentina/Uruguay
lulu.deste@gmail.com

El objetivo del trabajo es analizar el efecto conjunto de dos agentes antropogénicos de cambio ambiental, el molusco invasor *Limnoperna fortunei* y el herbicida glifosato (formulado comercial, Roundup Max®) sobre el fitoplancton y la calidad del agua del embalse de Salto Grande. Se llevó a cabo una experiencia manipulativa in situ en 12 mesocosmos de 400 L, llenados con agua circundante y ubicados en una bahía protegida del embalse (S: 31.254681°; O: 57.909536°). Los tratamientos (por triplicado) se asignaron al azar: Control (C), Mejillón (M), Roundup Max® (R) y Mejillón+Roundup Max® (MR). En R y MR se agregó el formulado hasta obtener una concentración de 6 ppm de glifosato. En M y MR se colocaron jaulas con 250 mejillones (talla media 20 mm). Al inicio y a los 1 y 7 días se colectaron muestras de agua para el análisis de la composición y densidad fitoplanctónica, concentración de clorofila a, nutrientes disueltos (amonio: N-NH₄; fosfatos: P-PO₄) y totales (fósforo total: PT; nitrógeno total: NT) y los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y turbidez). Los resultados preliminares indican que las concentraciones medias iniciales de PT y N-NH₄ en los tratamientos con Roundup Max® (R=5,0 mg PT L⁻¹; 0,5 mg N-NH₄ L⁻¹ y MR=4,6 mg PT L⁻¹; 0,6 N-NH₄ L⁻¹) son significativamente mayores (P<0,05 en ambos casos) que sin herbicida (C=1,1 mg PT L⁻¹; 0,1 mg N-NH₄ L⁻¹ y M=0,9 mg PT L⁻¹; 0,1 mg N-NH₄ L⁻¹). A los 7 días, las concentraciones medias de clorofila a fueron de 7,3 (M), 8,0 (C), 10,2 (MR) y 42,1 µg L⁻¹ (R), observándose un efecto antagónico entre ambos agentes de cambio ambiental (P<0,05). Al inicio de la experiencia no se observaron diferencias significativas en la densidad algal entre tratamientos (2025±765 cél. mL⁻¹), y la composición porcentual en clases algales fue: *Cryptophyceae* 74%; *Chlorophyceae* 12,4%; *Chrysophyceae* 7,7%; *Cyanobacteria* 2,8%; *Bacillariophyceae* 1,9%; *Dinophyceae* 1,1% y *Euglenophyceae* 0,1%. Al cabo de la experiencia el Roundup Max® produjo el aumento en la densidad algal respecto de C, que solo fue significativo para R (P<0,05) (R=18828±764 cél. mL⁻¹; MR=38661±12483 cél. mL⁻¹; C=9342±4686 cél. mL⁻¹), mientras que M no difiere de C (M=1994±298 cél. mL⁻¹). En R y MR se incrementó significativamente la densidad de *Chlorophyceae* y decrecieron las *Chrysophyceae* (P<0,05 en ambos casos). Los resultados indican que los agentes de cambio afectan al fitoplancton y a la calidad del agua, observándose una interacción de los agentes en la biomasa fitoplanctónica.

Monitoreo de plaguicidas en la región de Salto Grande

Montti M. (1), Williman C. (1,2,3), Visciglio S. (1), Piana O. (1), Gozález Alejandro E. (1), Ronco A. (2,3).

(1) Laboratorio de Investigación de Residuos en Alimentos. Facultad de Ciencias de la Alimentación. Universidad Nacional de Entre Ríos. Concordia, Argentina. (2) Centro de Investigaciones del Medio Ambiente. Departamento de Química. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata, Argentina. (3) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). monttim@fcal.uner.edu.ar

Los problemas de calidad de agua en los lagos y embalses se han incrementado por las diversas actividades desarrolladas en el área de influencia de las cuencas: agroindustriales, forestal, ganadería, entre otras. La región aledaña al embalse Salto Grande presenta un importante desarrollo agrícola, donde se utilizan numerosos tipos de plaguicidas; los relevamientos efectuados sobre los cultivos desarrollados en dicha región y de los plaguicidas utilizados comúnmente por los agricultores, han sido de importancia en la toma de decisiones al establecer el plan de muestreo del presente estudio, los sitios y frecuencia. Los plaguicidas generan contaminación ambiental, ya sea por deriva y/o acumulación en suelos, los que por efecto de escorrentía, percolación y otros mecanismos de transporte pueden ingresar a los cursos de agua. Los datos disponibles respecto a monitoreos efectuados en la región son escasos y no se encuentran actualizaciones posteriores a 1988 y 1994, por lo que se ha considerado relevante establecer el diagnóstico actualizado de la situación respecto a los niveles residuales de plaguicidas en dicho cauce. Las muestras de agua superficial, sólidos suspendidos y sedimentos fueron provistas por personal de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande. Los analitos fueron extraídos de las diferentes matrices con solvente orgánico, se prepararon soluciones de estándares y muestras fortificadas a diferentes concentraciones de lindano, aldrin, heptacloro epóxido A y B, transclordano, dieldrin, endrin, endosulfan, p, p'-DDD y p, p'-DDT. Los parámetros estadísticos del análisis de datos permitieron establecer que el método es lineal, preciso, con altos porcentajes de recuperación y de adecuada sensibilidad en el intervalo de concentraciones establecidas para la determinación de estos plaguicidas por cromatografía gaseosa con detección de microcaptura de electrones. Los resultados obtenidos en agua indicaron que los plaguicidas que presentaron mayores niveles residuales y ocurrencia en la mayoría de los sitios muestreados fueron endosulfan y transclordano; en sólidos suspendidos, endosulfan, lindano, p,p'-DDD y p,p'-DDT; y en sedimentos: lindano, aldrin, endrin, endosulfan y heptacloro epóxido A. El análisis de componentes principales por matriz ambiental permitió encontrar asociaciones características entre contaminantes y sitios de estudio. Algunos sitios han superado los niveles guías de acuerdo a la información disponible respecto a los criterios de calidad de agua superficial destinada a la producción de agua potable y para la preservación de la vida acuática según criterios establecidos por diversas legislaciones. Podemos concluir que los resultados contribuyen al diagnóstico actualizado de la situación en la región y promueven a la toma de decisiones respecto a la necesidad de continuidad del control y vigilancia de la misma.

Efecto de la cocción sobre el contenido de Dieldrin, Heptacloro epóxido A y Cislordano en músculo de pescado

Munitz M. (1), Raviol F. (1), Medina M.B. (1), Visciglio S. (1), Subovich G. (1)¹

(1) Laboratorio de Investigación de Residuos en Alimentos (Facultad de Ciencias de la Alimentación-UNER), Monseñor Tavella 1450, Concordia (cp3200), Entre Ríos, Argentina. Correo electrónico: munitzm@fcal.uner.edu.ar

La contaminación de los recursos naturales con pesticidas ha generado preocupación debido a los efectos que trae a la salud de los seres humanos y animales. El uso de compuestos organoclorados, como dieldrin, heptacloro epóxido A y cislordano, tienen como destino ambiental los cursos de agua, y de esta manera contaminar los peces. El armado, *Oxydoras Kneri*, es un pez común en el río Uruguay. Los objetivos del presente trabajo son la validación de una metodología para la determinación de estos compuestos clorados, y la determinación del efecto de la cocción de pescado en el contenido inicial de los mismos. El método extractivo empleado para la validación de la metodología analítica fue QuEChERS (Quick Easy Cheap Effective Rugged Safe). Los analitos se determinaron por cromatografía gaseosa con detector de micro captura de electrones (μ ECD). La calibración se realizó con muestra adicionada debido a la existencia de efecto matriz. La curva de calibración con matriz adicionada, resultó lineal en el rango de 0,001 a 0,5 mg/l. La linealidad del método es muy buena, con R^2 superiores a 0,99. Se evaluó la precisión a 0,1 y 0,5 mg/l, siendo la desviación estándar relativa (RSD) menor al 10% para $n=5$. La recuperación se estudió para $n=3$ a las mismas concentraciones, estando todas entre 95 y 108%. Los límites de detección y cuantificación fueron de 12,87 y 42,90 μ g/kg de muestra para dieldrin, 13,81 y 46,03 μ g/kg para cislordano y 13,08 y 43,61 μ g/kg para heptacloro epóxido A, respectivamente. Una vez finalizada la validación de la metodología, se estudió el efecto de la cocción sobre la concentración inicial de los pesticidas en músculo de pescado. El estudio se llevó a cabo por triplicado, utilizando un horno eléctrico y asegurando que se alcance una temperatura de 71°C en el centro térmico de las muestras. Posteriormente, se determinó la concentración de cada compuesto en las distintas muestras. El porcentaje de destrucción térmica durante el proceso de cocción fue de 38%, 52% y 33% para dieldrin, cislordano y heptacloro epóxido A, respectivamente ($n=5$). El análisis estadístico de los resultados indicó que el método es lineal, y presenta alta sensibilidad, exactitud y precisión, siendo útil para la determinación de compuestos organoclorados en músculo de pescado. Por otro lado, se puede concluir que la cocción a 71°C en el centro térmico asegura la eliminación parcial de los analitos estudiados, pero es necesario continuar con el estudio para evaluar el efecto que tendrán diferentes condiciones de cocción permitiendo optimizar los resultados.

Gestión de los residuos hidrocarburíferos generados por las embarcaciones en Yacht Club Entrerriano y Club Regatas Uruguay, de la ciudad de Concepción del Uruguay, Entre Ríos

Danielli Jennifer Daiana

Universidad Nacional de Entre Ríos - Facultad de Ciencias de la Salud, Licenciatura en Salud Ambiental – jenniferdanielli91@gmail.com

Los derrames de hidrocarburos producidos por embarcaciones, son comunes en las zonas de amarres náuticos; ello produce consecuencias no deseadas, tanto en el suelo, como en el agua y el aire que lo circunda.

El presente análisis se realiza en la ciudad de Concepción del Uruguay, provincia de Entre Ríos, tomando dos unidades de estudio. El club Regatas que cuenta con 415 embarcaciones y el “Yacht Club Entrerriano”, el cual cuenta con 605 embarcaciones. Ambos poseen diferentes tipos de lanchas, veleros y yates encontrándose la mayor parte de estos amarrados en el agua. Dicho análisis se realiza en el periodo de verano, por considerarse el de mayor movimiento de embarcaciones. En el mantenimiento de las embarcaciones se generan residuos peligrosos provenientes de actividades como cambios de aceite, combustibles, baterías, filtros, lavado y limpieza de motores, lavado de la cubierta de las embarcaciones, pintura, entre otros. En el agua, los hidrocarburos se esparcen rápidamente, debido a la existencia de una importante diferencia de densidades entre ambos líquidos, llegando a ocupar extensas áreas, y dificultando por lo tanto sus posibilidades de limpieza y recuperación. También vale destacar que son clubes náuticos donde son frecuentes las inundaciones lo cual agrava sus efectos sobre el Río Uruguay. Algunos de los efectos de estos residuos peligrosos son: alteraciones del hábitat, cambios en las relaciones entre predadores y presas, alteraciones en los niveles de productividad y sobre todo cambios en las redes tróficas, como claves para comprender los impactos en el ecosistema a mediano y largo plazo, perturbación en forma directa e indirecta sobre el suelo, agua, aire flora y fauna.

Las posibles soluciones planteadas en este trabajo son: Inscribir a los clubs, Yacht Club Entrerriano y Club Regatas, como generadores de residuos peligrosos, optimizar la gestión de los residuos hidrocarburíferos de los clubs náuticos, logrando con esto la reducción, reciclado y eliminación de dichos residuos, sin perjuicio para la salud humana o para el medio ambiente.

En este trabajo se consideró la Ley Nacional 24051 “Residuos peligrosos” que a su vez, la Ley Provincial 8880 de Entre Ríos, se adhiere a esta.

Identificación y conteo de grupos funcionales de fitoplancton nocivo a partir de análisis automatizado de imágenes y bosques aleatorios de clasificación

Segura A.M. (1,2), Doyle S. R. (3,4), Sarthou F. (5), Vidal L.(5), Cabrera C.(5), Kruk C.(2,5)

(1) Modelización y análisis de recursos naturales (MAREN), CURE Rocha, Universidad de la República, Uruguay – (2) Ecología funcional de sistemas acuáticos (EFSA), CURE Rocha, Universidad de la República, Uruguay – (3) Área de Biología y Bioinformática, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, JM Gutierrez 1150, Los Polvorines (1613), Provincia de Buenos Aires, Argentina – (4) Grupo de Ecología Acuática, Instituto de Desarrollo Sostenible (INEDS), Universidad Nacional de Luján, Ruta 5 y 7, Luján (6700), Provincia de Buenos Aires, Argentina – (5) Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay.

Los organismos estatales encargados de proveer agua potable o monitorear la calidad del agua en sistemas con usos recreativos requieren herramientas confiables y rápidas para determinar la calidad del agua. En este trabajo se desarrolló una herramienta informática que combina análisis automatizado de imágenes y modelos de clasificación de bosques aleatorios para identificar y cuantificar los organismos de fitoplancton presentes en muestras de agua. Se utilizaron muestras de agua superficial de 31 sistemas acuáticos uruguayos (lagos, ríos, arroyos) con diferente grado de tratamiento. Se tomaron manualmente un total 1556 imágenes de campos en el microscopio óptico invertido a 100x y 400x. Mediante un algoritmo de análisis de imágenes automático diseñado en el marco de este proyecto se identificaron (*i.e.* segmentación) un total de 109.474 partículas. El software desarrollado midió y calculó para cada partícula 72 variables (*e.g.* largo, ancho, rojo promedio, perímetro). De forma independiente, técnicos especializados marcaron en las imágenes las partículas de fitoplancton y clasificaron las mismas en grupos funcionales basados en morfología. Se puso énfasis en identificar a los grupos con especies potencialmente tóxicas (GIII; *Dolichospermum* ;GVII; *Microcystis*). Luego se generaron modelos de clasificación supervisada basados en técnicas de bosques aleatorios para clasificar las partículas en grupos de fitoplancton según las 72 variables medidas. Las partículas se clasificaron como pertenecientes al GIII, GVII, GIV filamentosos, otros grupos y falsos negativos. Esta última incluye las partículas no orgánicas que fueron segmentadas. Utilizando el mismo procedimiento en tres ecosistemas diferentes a los utilizados en la construcción del modelo, se evaluó la capacidad de predecir la abundancia y biovolumen totales y de los diferentes grupos funcionales. La capacidad de predecir los grupos es adecuada en abundancias >102 org mL⁻¹ . La abundancia total (org mL⁻¹) y biovolumen (μm^3 mL⁻¹) estimado por el modelo y por técnicos expertos utilizando el microscopio óptico fueron similares. El modelo sobrestimó el biovolumen en la muestra de agua con baja abundancia de organismos.

La implementación de esta herramienta para el análisis de muestras en monitoreos permitiría evaluar más muestras por unidad de tiempo y categorizarlas según la abundancia de organismos. Las instituciones responsables de la calidad de agua podrían abocar a sus recursos humanos altamente capacitados a evaluar aquellas muestras con altas concentraciones de organismos potencialmente tóxicos. El trabajo en conjunto con técnicos de diversas instituciones vinculadas a la calidad de agua permitió desarrollar un prototipo de software acorde a las necesidades reales de las instituciones uruguayas.

Desarrollo de software de procesamiento automatizado de imágenes digitales para el monitoreo de floraciones algales

Santiago R. Doyle (1,2), Angel Segura (3,4), Florencia Sarthou (5), Leticia Vidal (5), Carla Kruk (4,5)

(1) Área de Biología y Bioinformática, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, JM Gutierrez 1150, Los Polvorines (1613), Provincia de Buenos Aires, Argentina. - (2) Grupo de Ecología Acuática, Instituto de Desarrollo Sostenible (INEDS), Universidad Nacional de Luján, Ruta 5 y 7, Luján (6700), Provincia de Buenos Aires, Argentina - (3) Modelización y análisis de recursos naturales (MAREN), CURE Rocha, Universidad de la República, Uruguay – (4) Grupo de Ecología Funcional de Sistemas Acuáticos (EFSA), CURE Rocha, Universidad de la República, Uruguay – (5) Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay

El monitoreo de la calidad biológica del agua por detección de microalgas potencialmente tóxicas consiste en la identificación y conteo de organismos bajo el microscopio, una tarea que es altamente demandante en tiempo y esfuerzo de expertos en fitoplancton. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una herramienta informática para identificar en forma automatizada grupos de especies de fitoplancton potencialmente nocivas a partir de microfotografías digitales obtenidas en un equipamiento estándar, aplicando una clasificación basada en Grupos Funcionales Basados en Morfología (GFBM).

El software de reconocimiento automatizado desarrollado consta 4 módulos secuenciales. La corrección de las imágenes se realiza usando una imagen blanco, y permite estandarizar y mejorar la calidad de las fotografías ante defectos ópticos del equipamiento. El proceso de segmentación se implementó mediante una clasificación supervisada por *support vector machines* (SVM) alimentados por 64 atributos calculados para cada pixel sobre una vecindad de 5 x 5. Los objetos detectados son caracterizados por 72 métricas que describen su forma, color y textura. La identificación del fitoplancton se realiza también por SVM: se distingue el fitoplancton de otros objetos detectados (falsos positivos) para luego distinguir entre los distintos GFBM. El software fue implementado en MATLAB r2011b, usando la librería LIBSVM para la clasificación por SVM, que fue evaluada mediante validación cruzada de 10 pasos.

El entrenamiento del software se llevó a cabo utilizando una colección de muestras fijadas con lugol con un amplio rango en la composición de fitoplancton y material particulado inerte. Se adquirieron fotografías de campos ubicados al azar e imágenes blanco en un microscopio invertido estándar a 100x y 400x con una cámara digital de 3 megapíxeles. Usuarios expertos identificaron el fitoplancton presente en: GFBM III, GFBM VII, GFBM IV filamentosos, y otros grupos. El número de ejemplos totales fue de 1906 y 1813 organismos a 100x y 400x respectivamente.

La segmentación a nivel de pixel tuvo una performance >94%, mientras los organismos correctamente segmentados por imagen fue en promedio >90% a 100x y 400x. El reconocimiento de los GFBM tuvo una performance >80% al distinguir entre fitoplancton y otros objetos en ambos aumentos al evaluar un conjunto balanceado de fitoplancton y falsos positivos. Al distinguir entre los GFBM, se obtuvo una performance >70%. Se discute la influencia de la información de entrenamiento en la performance de la clasificación supervisada, y posibles modificaciones para mejorar la identificación y conteo del fitoplancton.

Nueva Área Natural Protegida “Rincón del Arroyo de la Leche”, impulso de alumnos de un establecimiento educativo de la ciudad de Colón

Pralong Matías, Miguel Ernestina, Piedad Julián, Pierotti Alberto

Escuela Secundaria N° 13 Dr. René Favalaro, Ciudad de Colón, Entre Ríos (RA) -
matiasdanielpralong@gmail.com

El Arroyo de la Leche se extiende al sur de la ciudad de Colón, Entre Ríos, y ha sido hasta hace unos treinta años un ambiente prístino. La urbanización y el crecimiento poblacional desmesurado ha sido tal que la planta de tratamiento de efluentes cloacales no fue capaz de cubrir la demanda. En la actualidad se vuelcan casi sin tratamiento alguno las aguas servidas de la ciudad, a unos 800 metros de su desembocadura en el río Uruguay, a la altura del kilómetro 214,8. Por lo tanto, el vuelco de tales efluentes sin tratar ha convertido a este curso de agua en una cloaca a cielo abierto.

Conociendo el problema de contaminación del mencionado arroyo y con el asesoramiento del profesor de la asignatura Formación Ética y Ciudadana, Alberto Pierotti, los alumnos de la Escuela René Favalaro presentaron un proyecto de ordenanza para proteger y preservar el área natural del Arroyo de la Leche en el marco del Consejo Deliberante Juvenil de Colón, celebrado en junio de 2014. El proyecto de ordenanza apostó a la preservación y protección de la flora y fauna de las riberas del arroyo que se mantienen sin mayor alteración, y además de ello, apoyó la recuperación del estado natural (no contaminado) de sus aguas.

La iniciativa de los alumnos fue sancionada como ordenanza N° 109 de la ciudad de Colón (18 de noviembre de 2014). Se presentarán las actividades enmarcadas en esta ordenanza, las cuales son diversas y abarcan diferentes aspectos: a) difusión: escuelas, medios de comunicación (televisión, radio y diarios) ;b) realización de campañas de limpieza de su ribera; c) celebración de convenios con propietarios de terrenos aledaños y con el Parque Nacional El Palmar entre otros. De la misma forma, se pretende acompañar a la municipalidad de Colón en el proyecto de traslado de las piletas de oxidación de líquidos cloacales dos mil metros al sur del Arroyo de la Leche para comenzar el proceso de recuperación de las aguas.

El desafío es la definitiva instrumentación de una reserva con sendas de bajo impacto, puntos de avistaje de aves, un plan regulador, la incorporación de los vecinos de las riberas y, en particular de los pescadores que desarrollan la pesca artesanal desde algunos de sus puntos de la costa norte.

La experiencia en el laboratorio como estrategia educativa para el aprendizaje significativo

Carroz Joana (1), Carrera Elisa (1), Pirolla Marlene (2), Laskowicz Rodrigo (3).

(1) Estudiante del Profesorado de Educación Secundaria en Química, (2) Estudiante del Profesorado de Educación Secundaria en Física, (3) Docente de la Cátedra Metodología de Investigación.

Se considera de importancia que el sujeto logre la adquisición significativa del nuevo contenido a partir de su conexión con conocimientos anteriores. Con el fin de verificar qué porcentaje de alumnos es capaz de lograr la construcción del aprendizaje significativo, la presente investigación pretende conocer cuál es la reflexión que realizan los alumnos de 1° año del Ciclo Básico Común (CBC) de Enseñanza Media, en el espacio curricular Físico-Química, acerca del proceso de eutrofización.

La investigación fue realizada en el año 2015 en una institución pública, situada en la ciudad de Villa Elisa, Entre Ríos, Argentina.

Se implementaron distintas estrategias áulicas utilizando la eutrofización como eje principal. Las mismas consistieron en actividades lúdicas y experiencias relacionadas con dicho proceso, por ejemplo, comparar agua de río con agua de consumo domiciliario, midiendo sus volúmenes y masas para calcular sus densidades, comprobando los cambios de estado y observando microorganismos acuáticos. Teniendo como objetivo principal guiar a los alumnos hacia el descubrimiento de la eutrofización tanto como proceso natural, o como resultado de la contaminación.

Para la contratación de hipótesis, se realizó un cuestionario semi-estructurado, tendiente a identificar el empoderamiento del proceso de eutrofización por parte de los alumnos. El test fue confeccionado mediante situaciones problemáticas novedosas, relacionadas con las actividades realizadas en el laboratorio y los hábitos de las personas en la rivera.

A partir del trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados: el 56,47% de los alumnos logró un aprendizaje significativo en cuanto a las causas que provocan el proceso de eutrofización. Mientras que el 57,41% identificó los efectos que este produce.

A pesar de no haber alcanzado los resultados esperados, dicha investigación sirvió como puntapié inicial para la identificación de nuevas estrategias didácticas motivadoras tendientes a estimular un aprendizaje significativo.

La salida de campo como estrategia para resignificar contenidos

Giménez Borcard Nayla (1), Giménez Carolina Lucrecia (2), Iannotti Nadia Rocío (2), Miret Exequiel (1)

(1) Profesorado en Ciencias Biológicas. Escuela Normal Superior “Dr. Luís César Ingold” Villa Elisa- Entre Ríos. (2) Profesorado en Ciencias Químicas. Escuela Normal Superior “Dr. Luís César Ingold” Villa Elisa- Entre Ríos - exequielmiret@gmail.com

“La educación es el proceso permanente que abarca las distintas etapas de la vida de las personas y que tiene como finalidad alcanzar su desarrollo moral, intelectual, artístico, espiritual y físico mediante la transmisión y el cultivo de valores, conocimientos y destrezas...”

La pedagogía reconoce a la salida de campo como estrategia que favorece la enseñanza mediante situaciones problemáticas por parte del docente, entendiéndose ésta como un medio para crear un conflicto cognitivo que lleva a un aprendizaje significativo, el cual logra relacionar conceptos previos con nuevos aprendizajes fortaleciendo habilidades de pensamiento como la observación, la descripción y la explicación de fenómenos naturales. Resulta un procedimiento muy adecuado para investigar sobre las características de la organización natural de los ecosistemas teniendo en cuenta que se está estudiando el “lugar propio” con una nueva mirada.

Con el fin de posibilitar el aprendizaje significativo de las Ciencias Naturales, contribuir a la educación ambiental y debido a que nuestra temática es la importancia del río en la educación ambiental formal y no formal, la presente investigación utiliza la rivera del Río Uruguay como destino para una salida de campo educativa.

Los estudiantes de primer año del Ciclo Básico Común de la Escuela Secundaria N°1 “Colonia San José” de la ciudad de San José, Entre Ríos, recibieron por parte del docente de la cátedra Cs. Biológicas, información teórica acerca de Ecosistemas; relaciones intra e interespecíficas y Contaminación ambiental.

Posteriormente, a los estudiantes se les propuso resolver una actividad integradora para medir su nivel de aprendizaje. Luego de la salida de campo se repitió esta misma actividad para contrastar los resultados en los diferentes momentos, e identificar el aporte producido por la salida. En el viaje educativo, los alumnos realizaron una caminata por la rivera. La misma fue utilizada para el reconocimiento de factores abióticos, flora y fauna viviente a las orillas del Río Uruguay, relaciones que entre ellos se establecen, flujo de materia y energía (cadenas tróficas) y residuos desechados por parte de la población. Los docentes a cargo reforzaron el conocimiento de los estudiantes a través de la observación, el olfato, el tacto y la audición.

El Polo de Desarrollo Universitario de Ecología Fluvial del CENUR Regional Noroeste, Sede Paysandú

Lucas Christine, Hladki Ricardo, Crossa Marcelo

El Polo de Desarrollo Universitario de Ecología Fluvial se establece en el Centro Universitario de Paysandú a partir de 2015 para estudiar la ecología de los ríos, arroyos y zonas ribereñas de manera integrada, en el marco de cuencas hídricas. El Polo integra el Departamento de Agua con sede en el Centro Universitario de Salto, proporcionando un enfoque ecológico a los estudios de calidad de agua de la región. Está conformado por un equipo de biólogos y limnólogos que estudian la estructura y función ecológica de comunidades biológicas de los ecosistemas fluviales, tales como la vegetación en zonas ribereñas, macro invertebrados y peces, y su función como indicadores de la calidad ambiental del sistema acuático. Como estrategia inicial, se plantea enfocar la investigación en los afluentes del Río Uruguay, como el Río Queguay y el Arroyo San Francisco, creando una base de datos con información de las propiedades físicas y químicas del agua (oxígeno disuelto, conductividad, cambios de nivel y temperatura). Se investigará la integridad ecológica de la zona ribereña, considerando la composición de las comunidades de macro invertebrados y peces. Además se dará continuación a investigaciones en desarrollo, utilizando la dendrocronología para estudiar cambios históricos en el clima y en la calidad y cantidad de agua en la cuenca.

Se busca entender los impactos que causan los cambios en el uso del suelo, en la hidrodinámica y la contaminación, sobre la calidad y cantidad del agua, así como sobre la biota y su función ecosistémica. Se utilizará como área de estudio las subcuencas afluentes del Río Uruguay. Se dará respuesta a la necesidad de trabajar en conjunto con habitantes y usuarios de la cuenca, para mitigar los problemas relacionados con la calidad del agua y la salud del ecosistema. Para ello el Polo desarrollará programas de extensión, capacitación y docencia, curricular y extracurricular.

INDICE DE AUTORES

Abbate, S.....	57
Acosta, Mario.....	47, 58
Alcántara, Ignacio.....	17, 22, 40, 68
Aldaz, María Ester.....	46
Andrade, Soledad.....	53
Arnijas, Carlos.....	46
Aubriot, Luis.....	24, 38, 43, 54, 66
Azevedo, Sandra.....	9
Bazzalo, Mariel.....	12, 29
Benítez, Ricardo.....	31
Bertoni, M.....	37
Besil, N.....	45
Blasig, Jorge.....	12
Bogarin, Cinthia.....	52
Boltovskoy Demetrio.....	16
Bonilla, Sylvia.....	24, 38, 43, 54, 56, 66, 72
Bordet, Facundo.....	35, 53, 73
Brena Beatriz.....	15, 43, 54, 72
Britos, Anamar.....	24, 43, 50, 54, 55
Cabrera, Carolina.....	22, 50, 77
Calliari Danilo.....	17, 22, 36, 40, 65, 68
Carballo, Carmela.....	22, 65
Cardini, Cecilia.....	39
Cardini, Julio C.....	39
Carrera, Elisa.....	80
Carroz, Joana J.....	80
CARU-Subcomisión Medio Ambiente.....	12, 29
Cataldo, Daniel.....	16, 73
Cayetano, María C.....	64
Cea, Jacqueline.....	17
Cesio, Verónica.....	45, 57
Chalar, Guillermo.....	24, 28, 42
Colazzo, M.....	45, 57
Confaloniero, Romero.....	39
Courdin, V.....	57
Cremella, Bruno.....	56
Crossa, Marcelo.....	82
Danielli, Jennifer D.....	76
De León, Lizet.....	12, 24, 54
De Stefano, Lucía G.....	73
de Tezanos Pinto, Paula.....	63
de Titto, Ernesto.....	31
Del Puerto, L.....	15
Delgado, Silvina.....	62
Deus Álvarez, Susana.....	69
Díaz, Ismael.....	54
Dietrich, Daniel.....	13

Doyle, Santiago.....	77,78
Drozd, Andrea.....	12, 41, 70
Duarte, Diego.....	39
Fabian, Daniel.....	42
Fernández, G.	57
Fernández, Virginia.....	12, 41, 70
Ferrari, Graciela.....	36, 40
Ferreira, I.....	57
Font, Elizabeth.....	72
Fontanarrosa, S.	35
Gangi, Daniela.....	63
García, I.....	57
Gattás, F.	73
Gauna, Fernando.....	29
Geis-Asteggianti, L.	45
Giménez Bordard, Nayla.....	81
Giménez, Carolina L.....	81
González, A.....	74
Gonzalez, Fátima.....	62
González Piana, Mauricio.....	42
González-Sapienza, Gualberto.....	15
Gravier, Ana.....	24, 43, 50, 54, 55
Haakonsson, Signe.....	24, 43, 54
Hadad, H.	67
Heinzen, Horacio.....	45
Hirigoyen, Diego.....	46
Hladki, Ricardo.....	57, 82
Iannotti, Nadia R.....	81
Ibañez, Guillermo.....	41
Illarze, Mariana.....	66
Izaguirre, Irina.....	12
Kroger, Alejandra.....	47
Kruk, Carla.....	17, 22, 36, 40, 48, 49, 50, 65, 68, 77, 78
Lagomarsino, Juan J.....	48,50
Langone, J.A.	50
Laprida, C.	63
Larocca, F.....	37
Laskowicz, Rodrigo.....	80
Lehotay, S.J.....	45
Leites, Valentín.....	16
Llano, V.....	61
Lobos, José.....	12, 29
Lucas, Christine.....	82
Lurling, Miquel.....	10
Magaz, Graciela.....	11
Martigani, Fátima.....	24, 38
Martínez de la Escalera, Gabriela.....	17, 22, 49
Martínez, M. A.....	67
Masdeu, Malvina.....	56

Mazzeo, Néstor	47
Medina, M.B.	75
Meerhoff, Mariana	26
Meichtry de Zaburlín, Norma	61
Miguel, Ernestina	79
Miret, Exequiel	81
Montti, María L.....	64, 74
Munitz, Martín	75
Niell, S.	45
Nogueira, Lucía.....	17, 22, 36, 40, 48, 65
O'Farrell, Inés	12, 23, 35
Ojeda, Pilar	12
Olsson, Daniela	47, 58
Otaño, Silvia	21, 44
Paladino, C.....	57
Panozzo, V.....	53
Pareja, L.	45, 57
Parenti, M.L.	31
Pavón Mena, Luciano	39
Peloché, D.	57
Peralta, Manuela	62
Pérez, C.	57
Pérez, María del C.....	55, 66
Pérez, A.	45
Pérez-Parada A.....	15
Petcheneshsky, Tatiana.....	31
Piana, O.....	74
Piccardo, A.....	42
Piccini Claudia	17, 22, 36, 40, 49, 65, 68, 71
Piedad, Julián	79
Pierotti, Alberto.....	79
Pirez, Macarena.....	15
Pirolla, Marlene.....	80
Pizarro, Haydée N.....	27, 73
Plastani, S.....	63
Pralong, Matías	79
Procura, Héctor	12
Raviol, Fabricio.....	64, 75
Reolón, Luis	30
Rodríguez, A.	50
Rodríguez-Gallego, Lorena.....	54, 71
Roman, Nancy.....	51
Ronco, A.	74
Rossi, A.	37, 67
Rougier, Natalia	12
Ruibal, Ana L.....	14
Saona, Gustavo	15
Sarthou, Florencia.....	22, 48, 50, 77, 78
Saucedo, José G.	46

Schild, Cristian.....	39
Segura, Ángel.....	17, 22, 36, 40, 48, 49, 50, 65, 68, 77, 78
Simoens, Macarena.....	17
Somma, Andrea.....	43, 54, 56
Soumastre, Martina.....	71
Stábile, Franca.....	47
Stepanik, H.....	31
Subovich G.....	75
Teixeira de Mello, Franco.....	47
Tesón, Natalia.....	37, 67
Vidal, Leticia.....	24, 43, 48, 50, 54, 55, 77, 78
Villar, Silvia.....	47, 58
Vinocur, A.....	73
Visciglio, S.....	64, 74, 75
Williman, C.....	74
Zabalett, Alejandro.....	39
Zagarese, Horacio.....	25
Zaldúa, Natalia.....	47



CARU



Comisión Administradora
del Río Uruguay

COMISIÓN ADMINISTRADORA DEL RÍO URUGUAY-C.A.R.U.

REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY: Av. Costanera Norte S/Nº, Paysandú, C.C. 57097

REPÚBLICA ARGENTINA: C.C. 34, C.P. 3280 - Colón, Entre Ríos

TEL: (00598) 472-25400/25500 /FAX: 472-2678

www.caru.org.uy www.caru.org.ar

Correo electrónico: set@caru.org.uy