

Los perfiles verticales protegen el agua potable y arrojan luz sobre las cianobacterias

La búsqueda de toxinas de algas en embalses de Carolina del Norte se ha convertido en un sistema continuo de alerta temprana para tres importantes embalses de agua potable, – que abastecen a dos grandes

Ciudades – y ha permitido comprender mejor la dinámica de las algas verdeazuladas, o cianobacterias, en el sistema de embalses del estado.

Aprovechando un par de subvenciones de los Centros para el Control de Enfermedades (CDC) para explorar reservorios clave de cianotoxinas, el Centro de Ecología Acuática Aplicada (CAAE), dirigido por la Dra. JoAnn Burkholder de la Universidad de Carolina del Norte en Raleigh, se ha unido a la ciudad de Raleigh y a la ciudad de High Point para rastrear cianobacterias en toda la columna de agua.

Gracias a la vigilancia continua in situ de la calidad en la columna de agua próxima a las estructuras de toma de agua de tres embalses, los operadores de las depuradoras pueden variar la profundidad a la que extraen el agua de sus plantas, evitando así la proliferación de cianobacterias que pueden introducir toxinas o afectar al sabor y el olor. Los datos in situ, así como las medidas recogidas manualmente y las muestras tomadas, también están proporcionando información sobre el impacto del clima y el terreno en las cianobacterias.

«Por un lado, intentamos controlar el tratamiento del agua y, por otro, comprender mejor la relación entre los nutrientes y la proliferación de algas», explica George Rogers, Coordinador de Medio Ambiente del Departamento de Servicios Públicos de la ciudad de Raleigh. «En el pasado, el tratamiento del agua se basaba en que lo que llegaba a la toma era lo que había. Ahora empezamos a ver la cuenca, los embalses y las depuradoras como partes integrantes del sistema».

Amenaza de cianotoxinas

Las cianobacterias son comunes en los embalses limosos y eutróficos de Carolina del Norte, así como en lagos de todo el mundo. Algunas producen cianotoxinas, un conjunto de potentes neurotoxinas y compuestos neurotóxicos y compuestos que pueden causar daños hepáticos, enfermedades gastrointestinales y, a bajos niveles crónicos, tumores. Los perros, los peces y el ganado cianotoxinas tras exponerse al agua contaminada.

Aunque los casos documentados de muertes humanas por cianotoxinas son raros, la muerte de 76 pacientes brasileños por agua contaminada con cianotoxinas en sus tratamientos de diálisis en 1996 puso a las toxinas en el punto de mira.

«En Carolina del Norte», explica el Dr. Burkholder, «las cianobacterias constituyen entre el 75% y el 95% del fitoplancton en las floraciones estivales que se producen en el lago Falls Lake, que abastece de agua potable a más de 450.000 personas».



Esta floración de algas en un estanque de retención de Carolina del Norte estaba creciendo a un ritmo de varios pies de superficie por hora. Diferenciar entre estas algas y las cianobacterias – potencialmente dañinas, y seguir en toda la columna de agua, – ayuda a los operadores de las plantas de agua potable a seleccionar para garantizar un agua sana y de buen sabor.
Foto cortesía de William Frazier

A veces, las algas se adhieren a partículas de arcilla suspendidas en la columna de agua. En sistemas poco profundos como Falls Lake y muchos otros embalses de Carolina del Norte, las algas y la arcilla pueden sumergirse el fondo y seguir recibiendo suficiente luz solar para servir como poblaciones de semillas para futuras floraciones. Las condiciones en y alrededor de los lagos presagian futuros problemas de cianobacterias. La agricultura y el creciente desarrollo en las cuencas que rodean los embalses aportan grandes cargas de sedimentos y nutrientes.

En 2002, los CDC financiaron un estudio a través del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Carolina del Norte para incluyendo 12 embalses de potable y agua potable procesada a partir de ellos dos potentes familias de cianotoxinas: – las microcistinas y la cilindrospermopsina.

Los fondos del estado y de las ciudades de la zona permitieron continuar el monitoreo en 2003, y una segunda subvención del CDC de 2004 a 2007 amplió el estudio. Ciudades como Raleigh y High Point han aportado la financiación necesaria para continuar los estudios en determinados embalses, entre ellos Falls Lake, financiado por la ciudad de Raleigh, y en City Lake y Oak Hollow Lake de la ciudad de High Point.

Se detectaron algunas cianotoxinas, pero los niveles máximos durante la sequía de 2002 fueron de 0,8 µg/L, por debajo del estándar de 1,0 µg/L de la Organización Mundial de la Salud para la salud humana, según Elle Allen, especialista en investigación del CAAE.

Problemas regulatorios inminentes

Incluidas en las Listas de Contaminantes Candidatos (CCL) 1 y 2 de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., las cianobacterias y cianotoxinas podrían convertirse en desafíos regulatorios importantes para las empresas de agua potable en el futuro. La capacidad de rastrear la proliferación de algas en tiempo real y ajustar la ingesta de agua a lo largo de la columna de agua podría convertirse en una estrategia clave para lidiar con las cianobacterias, especialmente si la EPA toma una determinación regulatoria que requiere que los sistemas públicos de agua traten las algas, señala Bill Frazier. Gerente del Laboratorio de Calidad y Pretratamiento del Agua del Departamento de Servicios Públicos de la Ciudad de High Point.

Las cianobacterias han estado en el punto de mira de Frazier durante sus 24 años de carrera en la ciudad de High Point, y el problema sigue creciendo a medida que la cuenca de la ciudad se vuelve cada vez mayor por las actividades industriales y residenciales. La cuenca 62 km2 alberga tres autopistas interestatales carreteras estatales muy transitadas, un gran depósito de petróleo y un centro de FedEx. La aireación, los estanques de sedimentación, las barreras protectoras situadas previamente en el embalse, BMP en la cuenca hidrográfica – High Point está aplicando toda una serie de medidas para proteger su agua potable, y está constantemente alerta ante los desafíos.

"Estamos constantemente en modo de respuesta, y puedes apostar que vigilamos de cerca las cianobacterias", dice Frazier.

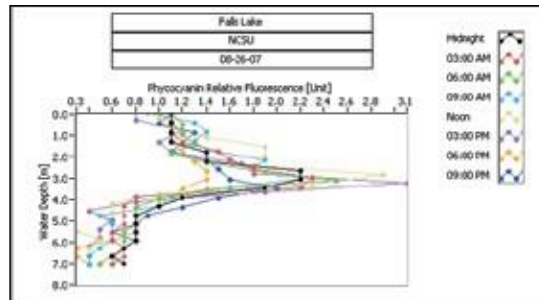
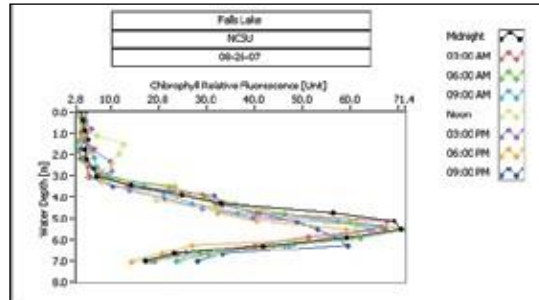
"Participamos en un estudio nacional sobre cianobacterias y los resultados sugirieron que tendríamos que agregar de 70 a 90 partes por billón (ppb) de carbón activado en polvo a nuestra agua para hacer frente a la floración", agrega. "Eso nos obligaría a aumentar el costo del tratamiento de nuestra agua entre 3 y 10, dependiendo de la fuente del carbón activado en polvo. Si se puede evitar tomando el agua a través de una toma diferente, tiene mucho sentido».

Conocer mejor las cianobacterias y las cianotoxinas es un paso fundamental para gestionarlas en los sistemas de agua potable, señala – regulada o no.

Monitorización In Situ y manual

A través de sus estudios, el equipo de Burkholder ha creado una base de datos de cinco años sobre cianobacterias durante inundaciones y sequías, un recurso invaluable para comprender las algas verdeazuladas, tóxicas o no.

La investigación en curso combina los datos de los sistemas automáticos de perfilado vertical de YSI en las tomas de las plantas de tratamiento de agua de los embalses, así como el perfilado manual de la columna de agua y las tomas de muestras.



Las lecturas cada tres horas de los perfiladores verticales in situ rastrean las floraciones de algas espacial y temporalmente. Las sondas YSI miden tanto la ficocianina -característica de las algas verdeazuladas- y la clorofila a para diferenciar unas algas de otras. Los datos ayudan a los operadores de plantas de agua potable a anticiparse a las floraciones de los embalses y proporcionan información importante sobre las cianobacterias

Imágenes cortesía de NCSU CAAE

Los perfiladores verticales *in situ* incluyen sondas YSI 6600V2 que monitorizan el oxígeno disuelto (OD), la conductividad, la temperatura del agua, pH, profundidad, clorofila a y ficocianina, un pigmento único de las cianobacterias. Las lecturas se realizan cada tres horas, con la sonda tomando muestras automáticamente cada medio metro. Los datos se recogen en un datalogger Campbell Scientific y se transmiten por módem desde un teléfono móvil al laboratorio del CAAE, donde se publican en www.ncsu.edu/wq para acceso público.

Las sondas han demostrado su durabilidad sobre el terreno. «Tenemos las sondas de despliegue prolongado, la versión con sistema de limpieza (wipers)», explica el Dr. Robert E. Reed, investigador científico del CAAE. «Los wipers ayudan enormemente en los medios acuáticos con mucho crecimiento». El cambio a los sensores ópticos de oxígeno disuelto también ha sido estupendo: el sulfuro de hidrógeno producido en condiciones hipóxicas y anóxicas no daña los sensores ópticos, lo que es importante para nosotros, porque el OD baja a veces a cero».

La clorofila a y la ficocianina se miden con sensores de fluorescencia, que son lo suficientemente sensibles como para detectar algas en niveles naturales bajos, sin necesidad de técnicas de laboratorio como concentración o extracción. Los sensores entregan valores que permiten al equipo del CAAE, operadores de plantas de tratamiento de agua,

especialistas de Salud y Servicios Humanos y otros usuarios para hacer un seguimiento del aumento y la disminución de la población total de algas (a partir de la clorofila) y la biomasa específica de cianobacterias (a partir de la ficocianina).

"Podemos detectar flores e identificar dónde se encuentra el máximo de clorofila en la columna de agua", dice Reed. Esa información guía al equipo sobre dónde tomar muestras durante sus muestreos manuales en los lagos. "Aunque normalmente tomamos muestras en un cronograma de semanas, lo hicimos debido a los grandes picos que hemos visto en los perfiladores", señala Reed. "Queremos ver lo que está sucediendo en tiempo real".

La mayoría de esos picos de clorofila o ficocianina se habrían pasado por alto en el pasado, señala Rogers del departamento de servicios públicos. "Estas floraciones pueden aparecer y desaparecer en unas semanas, o incluso en unos días", señala. "A menos que estés ahí afuera todo el tiempo, nunca lo verás. Y si no alcanza el pico, sus números serán bajos".

De hecho, la ciudad de Raleigh ha encontrado que los datos del perfilador vertical son tan valiosos que está financiando el despliegue de un segundo perfilador vertical automatizado en un puente ubicado aproximadamente a mitad de camino del lago desde la entrada de la planta de tratamiento en Falls Lake. Allí, el lago cambia de un sistema poco profundo y altamente eutrófico a una batimetría más profunda, más parecida a un río, un cambio significativo en las condiciones que afecta las concentraciones de nutrientes y la proliferación de algas. "Una vez que entre ese segundo perfilador, tendremos una visión temporal y espacial de lo que está sucediendo ahí fuera", dice Allen.

Una mirada más profunda

Cada dos semanas, Burkholder y sus colegas recogen una muestra integrada de la columna de agua de la zona fótica para analizarla en el laboratorio. Además de recopilar datos cuantitativos sobre la clorofila y la ficocianina, el equipo realiza cultivos en el laboratorio y envía muestras al Dr. Parke Rublee, de la Universidad de Carolina del Norte en Greensboro, que analiza el ADN en microarrays para comprender mejor la dinámica de la comunidad dentro de las floraciones.

Mediante analizadores de nutrientes –que pronto también se ocuparán de estaciones de control desatendidas durante largos periodos de tiempo– el equipo también recopila datos sobre fósforo, nitrógeno amoniacal, nitrato y silicato.

Burkholder, Reed, Allen y sus colegas del CAAE están analizando de nutrientes y perfiles verticales, utilizando gráficos de y otras técnicas para detectar tendencias y relaciones. «Estamos viendo dónde están las floraciones en la columna de agua y viendo qué, biológicamente, lo está causando», dice Allen. «La monitorización remota nos ha permitido detectar floraciones de cianobacterias antes de la primavera, antes de la temporada de crecimiento típica en la que tomamos muestras con regularidad. Y hemos visto los efectos de las tormentas y lluvias muy intensas que provocan picos de clorofila que podemos ver claramente en las parcelas".

Rogers aprecia la oportunidad de observar los cambios en el lago en tiempo real, tanto para rastrear mejor sus ciclos ecológicos como para ayudar a los operadores de plantas de tratamiento a trazar estrategias rentables para suministrar agua potable a la ciudad.

"La información en tiempo real es increíblemente importante; se trata de información realmente valiosa sobre la calidad del agua a distintas profundidades y los cambios en la calidad del agua que podrían afectar el agua potable", dice Rogers. "Recién estamos empezando a utilizarlo con la mayor eficacia posible.

"Lo que realmente hizo que esto funcionara es la sonda de ficocianina", añade. "Podemos observar la clorofila, pero no cuenta toda la historia. Las algas verdeazuladas son increíblemente importantes, y la proporción entre ficocianina y clorofila se vuelve importante debido a la tendencia de las algas verdeazuladas a tener problemas de sabor y olor. Los operadores tienen un instrumento de laboratorio para medir la ficocianina, pero ahora podemos ver estas floraciones a medida que avanzan. Nos advierte que puede haber problemas de olor y sabor".

Esa advertencia permite a los operadores de la planta cambiar qué tomas utilizan para llevar agua a la planta, dice Rogers. También pueden elegir entre preoxidantes, alterar la dosis de coagulante o utilizar carbón activado en polvo.

"Es caro instalar esta plataforma perfiladora vertical, pero se podría gastar más en carbón activado en polvo en un mes", dice Rogers. "Es un equipo tremendamente valioso. Tener una visión de un lago como un sistema y trabajar en estrategias de tratamiento basadas en lo que revelan los patrones es algo puntero".