

Calidad del agua en la lucha contra la pol



Cultivo de microalgas verdes en un fotobiorreactor, observadas al microscopio.

Foto | Jorge Mario Berrío Restrepo

breza

Jorge Mario Berrio Restrepo.

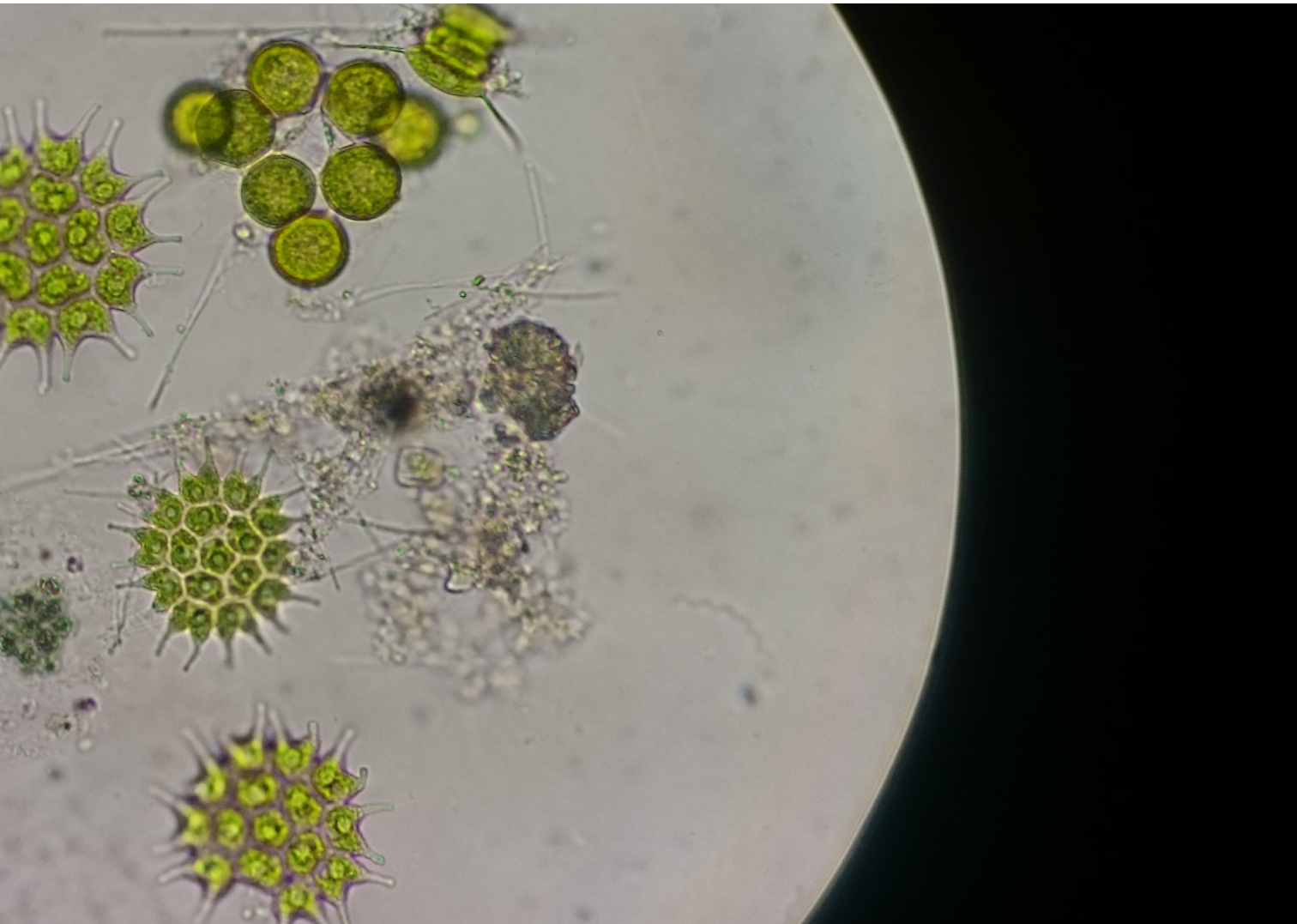
Ingeniero de producción biotecnológica, magíster en Ingeniería Ambiental, candidato a doctor en Ingeniería Ambiental.

Julio César Saldarriaga Molina.

Ingeniero sanitario, magíster en Ingeniería Ambiental, doctor en Ingeniería.

Grupo de Investigación en Ingeniería y Gestión Ambiental —GIGA— de la Universidad de Antioquia.

La pobreza es la forma de vida en la que las personas carecen de los recursos necesarios para satisfacer sus necesidades básicas, que incluyen el acceso al agua potable y el alcantarillado. La ciencia y la ingeniería apoyan la lucha contra la pobreza desarrollando sistemas para disminuir contaminantes y permitir que las comunidades gocen de cuerpos de agua limpios.



Los Objetivos de Desarrollo Sostenible —ODS— fueron trazados por la Organización de las Naciones Unidas como una invitación para que los países se esfuercen en erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para el año 2030. El sexto de estos objetivos, *garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos los seres humanos*, reconoce la necesidad de contar con fuentes aprovechables del recurso hídrico, debido a su importancia para la vida y, en especial, para todo tipo de actividades humanas.

Y es que el agua, como recurso, ha determinado históricamente la ubicación geográfica de centros urbanos y el florecimiento de civilizaciones, desde el desarrollo de la agricultura y el pastoreo hasta la minería. Más recientemente, en la modernidad, el agua es empleada en todo tipo de actividades como el turismo, transporte y la generación de electricidad.

Tales actividades utilizan el agua como recurso y muchas veces la devuelven al ambiente conteniendo todo tipo de elementos con características físicas, químicas o biológicas que pueden afectar significativamente la calidad de los cuerpos hídricos —ríos, lagos, humedales, océanos y acuíferos subterráneos—. Este aporte de sustancias da origen a lo que se conoce como aguas de desecho o aguas residuales.

Aguas residuales: los nutrientes también pueden contaminar

Según la actividad de la que se derivan, las aguas residuales pueden contener diversas sustancias contaminantes, como puede observarse en la figura 1. En nuestro país el consumo de agua se encuentra vinculado en gran medida con las actividades domiciliaria y agrícola, por lo que los contaminantes aportados en mayor concentración al agua residual son la materia orgánica y los nutrientes.

Eventualmente, las aguas residuales generadas por la comunidad serán vertidas a ríos y quebradas, haciendo que los cuerpos de agua se conviertan en depósitos de nutrientes y requiriendo de técnicas más complejas para su tratamiento que la materia orgánica. Esta acumulación de nutrientes, denominada eutrofización, altera las condiciones naturales de los ecosistemas acuáticos al favorecer el desarrollo de organismos no

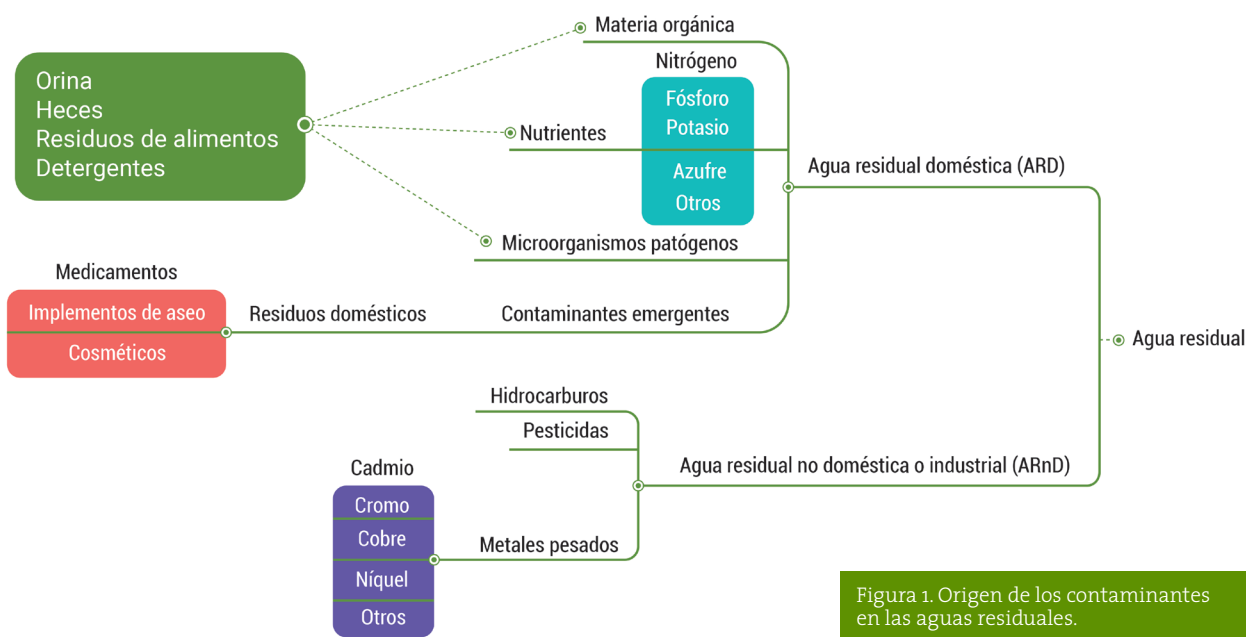


Figura 1. Origen de los contaminantes en las aguas residuales.

Infografía | Jorge Mario Berrio Restrepo, Juliana Morales Urrego

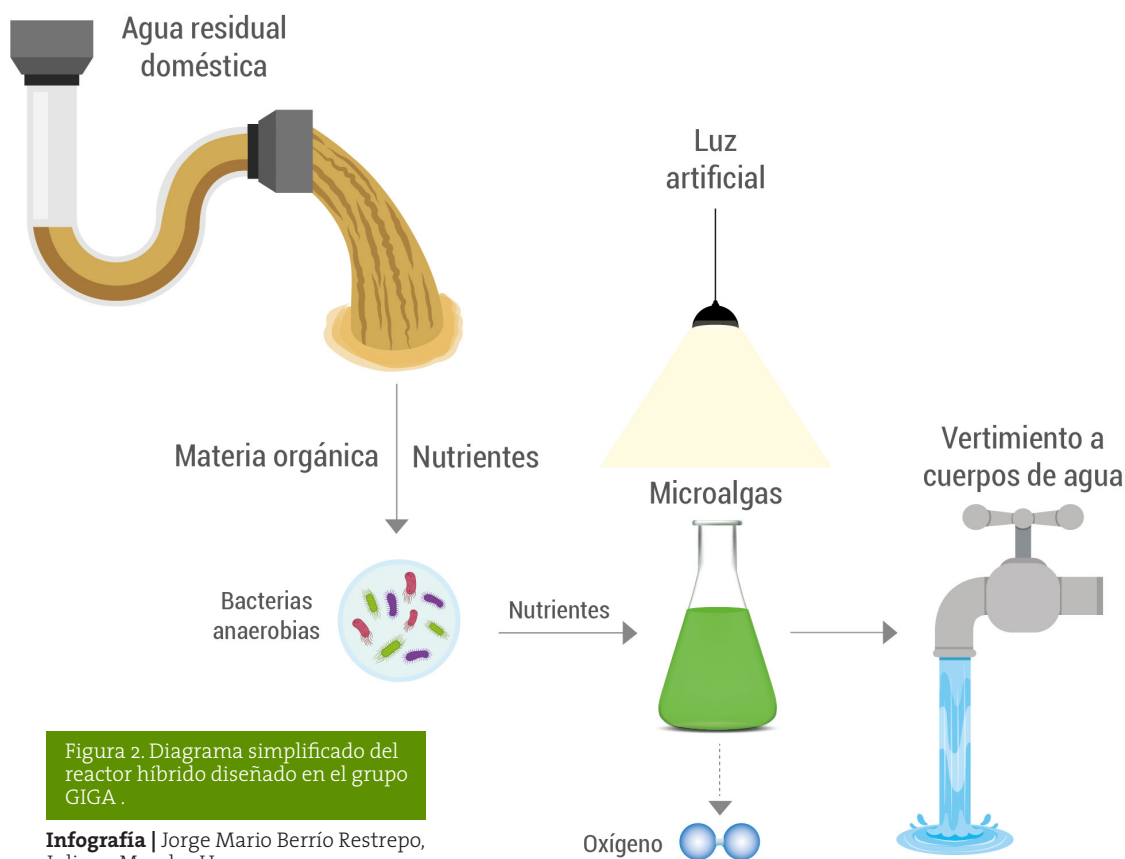


Figura 2. Diagrama simplificado del reactor híbrido diseñado en el grupo GIGA .

Infografía | Jorge Mario Berrío Restrepo, Juliana Morales Urrego

deseados, entre los que se destacan ciertas plantas acuáticas, algas y cianobacterias.

La presencia de organismos no deseados en las fuentes hídricas puede contribuir al agotamiento del oxígeno disponible en el agua, importante para el mantenimiento de la vida acuática, provocando la generación de malos olores, la transformación química de algunas sustancias presentes en el agua, entre otros.

Las cianobacterias adquieren una particular importancia debido a que su crecimiento descontrolado puede provocar la acumulación de sustancias nocivas —cianotoxinas— para otros organismos, incluyendo a los seres humanos. Estas cianotoxinas son producidas por algunas especies de cianobacterias, como sustancias secundarias derivadas de su metabolismo y se clasifican, de acuerdo con su modo de acción, en neurotoxinas —que afectan el sistema nervioso y el cerebro— y hepatotoxinas —que afectan el tejido del hígado—. Al estar presentes en el agua, son difíciles de eliminar, por lo que existe un constante riesgo de que las comunidades que utilizan el recurso las consuman y enfermen.

Análisis realizados en nuestro Grupo de Investigación en Ingeniería y Gestión Ambiental —GIGA—, en cooperación con investigadores de la Universidad Justus Liebig en Alemania, a partir de

El agua, como recurso, ha determinado históricamente la ubicación geográfica de centros urbanos y el florecimiento de civilizaciones, desde el desarrollo de la agricultura y el pastoreo hasta la minería.

la incidencia de algas en embalses del departamento de Antioquia, permitieron concluir que el desarrollo de cianobacterias en ecosistemas acuáticos es elevado en zonas tropicales. Esto se debe principalmente a que las condiciones de temperatura e intensidad lumínica favorecen su crecimiento durante todo el año en ecosistemas con una alta disponibilidad de nutrientes.

Los resultados evidenciaron, además, que las altas temperaturas favorecen la presencia dominante de las cianobacterias en los cuerpos de agua, que se imponen a las poblaciones de algas que no producen sustancias con algún riesgo de toxicidad.

La ingeniería que aporta soluciones sociales

Los avances en ingeniería han permitido diseñar diferentes procesos físicos, químicos y biológicos para la eliminación apropiada de las sustancias que contaminan el agua después de su aprovechamiento. Sin embargo, estos procesos requieren de una inversión económica importante para su implementación, mantenimiento y operación, lo que dificulta su aplicación en países como Colombia, que es catalogado como país en vía de desarrollo.

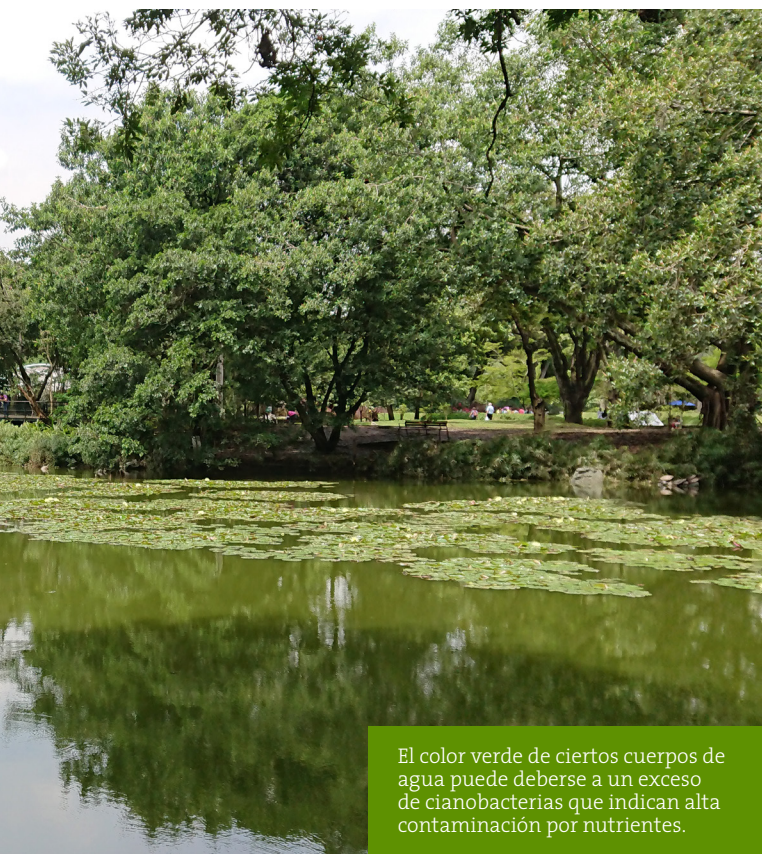
A la problemática ambiental nacional generada por la acumulación de nutrientes en los cuerpos de agua, se debe añadir el crecimiento acelerado de los centros urbanos del país y la poca regulación de las autoridades ambientales en cuanto al aporte de nutrientes como nitrógeno y fósforo en las aguas residuales. Estos factores inciden directamente sobre las cantidades de nutrientes presentes en las aguas residuales en el país, complejizando los procesos requeridos para su tratamiento.

Ante lo expresado anteriormente y pensando en el reto adquirido por el país para la consecución de los ODS, el grupo GIGA desarrolló una investigación de la cual surgieron estrategias para la eliminación de nutrientes de las aguas residuales domésticas, empleando alternativas sostenibles y con baja demanda energética. Una de estas estrategias fue el diseño y la operación de un sistema híbrido que favorece la eliminación de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, mediante el empleo de cultivos controlados de bacterias y algas a escala de laboratorio.



La presencia de organismos no deseados en las fuentes hídricas puede contribuir al agotamiento del oxígeno disponible en el agua, importante para el mantenimiento de la vida acuática..

A la problemática ambiental nacional generada por la acumulación de nutrientes en los cuerpos de agua, se debe añadir el crecimiento acelerado de los centros urbanos del país y la poca regulación de las autoridades ambientales en cuanto al aporte de nutrientes como nitrógeno y fósforo en las aguas residuales.



El color verde de ciertos cuerpos de agua puede deberse a un exceso de cianobacterias que indican alta contaminación por nutrientes.

Foto | Jorge Mario Berrío Restrepo

El sistema híbrido, a través del cual fluye el agua residual de forma continua, se compone de dos fases dispuestas en serie. La primera fase implica crecimiento bacteriano en ausencia de oxígeno, lo que favorece la rápida degradación de materia orgánica y la producción de biogás con un alto potencial energético. En la segunda fase se analizó el consumo de nutrientes mediante el desarrollo de comunidades de microalgas en un fotobiorreactor, es decir, un equipo que utiliza un suministro de luz artificial para estimular el crecimiento de las microalgas —al favorecer las condiciones apropiadas para la fotosíntesis— y devolver así oxígeno al agua.

Se espera que este sistema, sumado a los conocimientos adquiridos sobre el tipo de contaminantes de las aguas residuales estudiadas, pueda escalarse y ser llevado a las comunidades que más lo requieran, disminuyendo costos y contribuyendo de manera efectiva a la mejora de las condiciones de vida de las personas más vulnerables.

Para garantizar el acceso al agua, en cantidades y calidad suficientes para su aprovechamiento —como condición esencial para la erradicación de la pobreza— es esencial proteger las fuentes hídricas. Y una de las estrategias a contemplar para su protección es la implementación de métodos que permitan el manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales. En la línea de Calidad del grupo GIGA, la ingeniería y la ciencia están, de este modo, al servicio de la erradicación de la pobreza. **X**