

## Investigan soluciones biotecnológicas para el tratamiento de aguas residuales

Mediante el desarrollo de alternativas que imitan a la naturaleza, académicos de la Escuela de Ingeniería Bioquímica de la PUCV plantean la implementación de sistemas de saneamiento sostenibles, como el uso de microalgas y de humedales artificiales, que reduzcan costos, integren fuentes de energía renovables y faciliten la reutilización del recurso hídrico.

Respecto de la contaminación de las napas, se propone el uso de bacterias consumidoras de hidrógeno.

Abordar la escasez de recursos hídricos a través del desarrollo de bioprocesos destinados al tratamiento de aguas residuales para llevarlas a una calidad que permita su uso en distintas aplicaciones, inclusive el consumo humano, es el principal objetivo de la investigación que lidera el académico del Doctorado en Biotecnología y del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Mención Ingeniería Bioquímica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), David Jeison.

“Bioprocesos para la recuperación sostenible del agua” es una iniciativa realizada en el marco del Concurso Anillos de Tecnología 2024 que impulsa la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), que contempla dos líneas de trabajo. “La primera dice relación con el tratamiento de aguas residuales municipales producidas por los hogares, escuelas, negocios, edificios e industrias a partir de desagües como lavabos, duchas, lavanderías e inodoros, y la segunda aborda el tema de la contaminación por nitrógeno que sufren las napas subterráneas debido al uso intensivo de fertilizantes, con potencial de generar problemas de salud pública”, explicó el investigador.

### RECUPERACIÓN SOSTENIBLE DE LAS AGUAS RESIDUALES

A pesar de ser uno de los compuestos más abundantes en la Tierra, solo el 0,5% del agua es dulce. El cambio climático y la contaminación están reduciendo progresivamente su disponibilidad. Este proyecto plantea el desarrollo de biotecnología que imita a la naturaleza para implementar sistemas de saneamiento sostenibles que reduzcan los costos, integren fuentes de energía renovables y faciliten la reutilización del recurso.

La primera de las soluciones involucra el uso de microalgas que tienen la peculiaridad de realizar fotosíntesis –al igual que las plantas y las algas–, proceso que permite la captura de dióxido de carbono del aire, produciendo oxígeno. Este elemento puede ser usado por bacterias que participan de la remoción de contaminantes, proporcionando el tratamiento deseado.



Una segunda opción es el empleo de humedales construidos que, al igual que los naturales, son sistemas que involucran un suelo inundado en el que crecen plantas y microorganismos. Al hacer circular aguas municipales, los organismos de este hábitat se desarrollan gracias al consumo de los contaminantes, limpiando su entorno. El aprovechamiento de humedales artificiales, si bien no es una tecnología nueva para la purificación del agua, enfrenta desafíos como la presencia de microplásticos, que representan una creciente preocupación ambiental en los ecosistemas acuáticos.

Es precisamente a través de su investigación en el tema de los microplásticos que participa de este proyecto la alumna del Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Bioquímica de la PUCV, Valeria Brito, quien analiza la situación de estas estructuras dentro de un sistema raceway microalgas-bacterias.

“Existen investigaciones acerca de otros tipos de tratamiento de agua. Por ejemplo, en los lodos activados que es un sistema muy utilizado en Chile, pero la ventaja que tiene el tipo de reactor que utilizaremos es que es más simple en términos de operación y más económico, pues básicamente utiliza luz

solar. El plan es determinar qué sucede con los microplásticos en estos ambientes, para establecer si el propio sistema de tratamiento tiene efecto o si sufren algún cambio como pérdida de forma o de color”, argumentó.

La implementación de este plan de saneamiento está pensada en un plazo de tres años y considera la situación de zonas rurales, que muchas veces tienen carencias sanitarias importantes lo que, sumado a una sequía de más de 14 años, impacta negativamente en el acceso a agua limpia que tienen las comunidades.

“Este proyecto me ha ayudado a aplicar mis conocimientos hacia un contexto real como es la crisis hídrica mundial y del país, asociado a la falta de cobertura sanitaria de muchas zonas rurales. Esta tecnología es una opción para las comunidades pequeñas donde no hay acceso a una planta de tratamiento”, manifestó Valeria Brito.

Si bien la mayoría de las ciudades de nuestro país cuenta con sistemas de tratamiento de sus aguas municipales para la remoción de contaminantes y el retorno a los cursos naturales, su calidad no permite la reutilización directa por parte de la población. La propuesta contempla el desarrollo de un proceso que com-

bina sistemas de filtración similares a los usados para la desalación del agua de mar (osmosis inversa) con procesos biológicos para la conversión y remoción de los contaminantes residuales, mientras que la osmosis inversa hará posible producir agua de gran calidad, que incluso pueda ser usada por la población de manera directa.

### CONTAMINACIÓN DE LAS NAPAS A CAUSA DEL NITRÓGENO

En Chile, las aguas subterráneas son utilizadas para diversas tareas y su contaminación con nitratos es una gran preocupación. El nitrógeno está presente en la naturaleza y es esencial para la vida; su ciclo comienza con las plantas, que lo absorben del suelo, continúa con los animales que se alimentan de ellas y que, al morir y descomponerse, devuelven al suelo este elemento para que las bacterias lo transformen y así recomenzar el ciclo.

Algunas actividades humanas tienen el potencial de alterar este equilibrio, como puede ser el uso inadecuado de fertilizantes artificiales que, por un lado, permean hacia las napas y, por el otro, provocan su eutrofización y acidificación.

La presencia de nitratos en el agua puede causar serios problemas de salud. Por ejemplo, al utilizar agua contaminada para la alimentación de niños menores de 6 meses, es posible la aparición del “síndrome de bebé azul” debido a la formación de metahemoglobina en sangre.

Este estudio también plantea como solución a esta problemática el uso de bacterias desnitrificantes autótrofas, microorganismos que transforman el nitrato en nitrógeno gaseoso, el que puede ser descargado a la atmósfera sin riesgo. Para crecer, estos microorganismos pueden usar diversas fuentes de energía, como el hidrógeno, producido de manera renovable (hidrógeno verde).

“Creo que tenemos grandes oportunidades en la PUCV para seguir contribuyendo al desarrollo de la región y del país. Esperamos que con nuestro compromiso, trabajo y motivación podamos estar a la altura de las expectativas que implica la adjudicación de este proyecto”, expresó David Jeison.