

# Gaceta Biomédicas

Órgano Informativo del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM

Gaceta Biomédicas 8: (4): 8-9.

## **Una nueva aproximación al tratamiento de aguas residuales** **Utilidad de las bacterias de uso agrícola para el** **crecimiento de algas empleadas en el tratamiento de** **aguas residuales.**

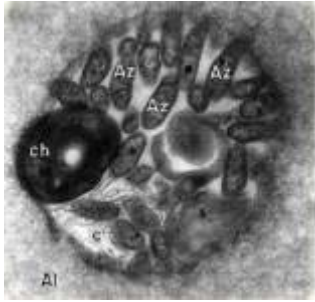
*Luz E. de Bashan, Juan Pablo Hernandez, y Yoav Bashan*

*Grupo de Microbiología Ambiental, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), La Paz, B.C.S*

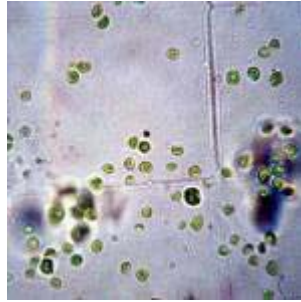
Como es de todos conocido, el recurso acuático es limitado en el noroeste de México y por tal motivo la utilización de aguas residuales tratadas constituye una alternativa importante a este problema; sin embargo, debido a que el tratamiento completo de las aguas residuales de procedencia doméstica, industrial o agroindustrial es un procedimiento complejo y por lo general costoso, que involucra procesos mecánicos, químicos y biológicos, usualmente solo se realiza un tratamiento parcial. Pero ¿qué pasa cuando esta agua parcialmente tratada se desecha en cuerpos de agua, tales como lagos o ríos?

*De acuerdo con las Naciones Unidas, para el año 2025, 2.7 billones de personas enfrentarán escasez de agua si el consumo continúa a las tasas actuales. Cerca del 97 por ciento del agua del planeta es salada (mares y océanos), alrededor del 2 por ciento está congelada en los casquetes polares y glaciares, y sólo el uno por ciento está disponible para consumo, irrigación y usos industriales. Actualmente, se estima que 1.2 billones de personas consumen agua contaminada y cerca de 2.5 billones carecen de sistemas apropiados de alcantarillado. Más de cinco millones de personas mueren cada año de enfermedades relacionadas con el agua, tales como cólera y disentería. En todo el planeta, los agricultores y municipalidades han estado extrayendo el agua a una velocidad mayor que la velocidad de reposición. Por todo esto, el tratamiento y reuso de aguas residuales se ha convertido en una necesidad imperiosa, ya que eventualmente será la única fuente de agua dulce, si exceptuamos la desalinización del agua marina, que resulta aún un proceso muy costoso.*

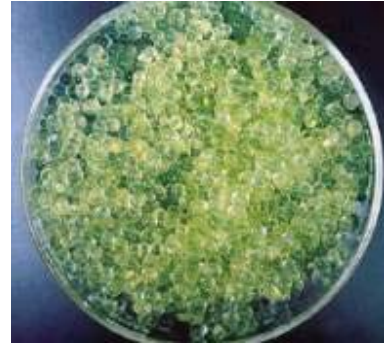
Debido a que aún trae una alta carga de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, su vertimiento conduce al desarrollo de fenómenos de eutrofización (es decir, un crecimiento incontrolable de la flora acuática) que llevan finalmente a la muerte de los ecosistemas acuáticos. Como alternativa, es necesario desarrollar tecnologías que permitan eliminar tales nutrientes de una manera eficiente y económica.



Microfotografía electrónica de una esfera de alginato (Al) que contiene a la bacteria promotora del crecimiento en plantas *Azospirillum brasilense* (Az) y a la microalga *Chlorella vulgaris* (ch), compartiendo la misma cavidad (c). Tomado de: <http://www.cibnor.mx/personal/bashan/elin5.html>



Microalgas utilizadas en la eliminación de nutrientes de aguas residuales.



Esferas de alginato, con las microalgas y bacterias inmovilizadas.

Aunque el uso de las microalgas para remover los nutrientes que traen las aguas residuales es una tecnología conocida, su uso en México no es frecuente. Las microalgas eliminan la mayoría del nitrógeno inorgánico (amonio y nitratos) y parte del fósforo por absorción celular directa; sin embargo, el principal factor limitante de esta tecnología es el hecho de que como resultado del tratamiento, se obtiene, además de un agua más limpia, una gran población de microalgas que debe eliminarse del agua antes su disposición final en los cuerpos de agua receptores; además, mucho del fósforo permanece en el agua, aún después del tratamiento.

*En el Tercer Foro Mundial del Agua, celebrado en Japón, del 16 al 23 de marzo pasados, quedó de manifiesto que el tratamiento de aguas residuales de uso doméstico constituye un recurso cada vez más importante para satisfacer la creciente demanda del vital líquido en la agricultura y los requerimientos de agua no potable en zonas urbanas, así como para disminuir la contaminación y proteger la salud pública. Para muchos grupos vulnerables, especialmente los pobres de las áreas de la periferia urbana, este tipo de recurso constituye la única fuente de agua para la producción agrícola a pequeña escala que asegura mínimos niveles de nutrición y bienestar.*

Para superar estos inconvenientes, el grupo de Microbiología Ambiental del CIBNOR ha venido desarrollando una nueva aproximación tecnológica que permita lograr un mejor sistema de tratamiento. Los dos objetivos básicos que han marcado el desarrollo de dicha tecnología han sido, por una parte, lograr un aumento significativo en el crecimiento de la población de microalgas de manera que haya una mayor absorción de nutrientes, y por otro lado, encontrar una forma fácil de eliminar las microalgas del agua después del tratamiento. Si consideramos a las microalgas como plantas microscópicas, en teoría, su crecimiento podría favorecerse por las bacterias promotoras de crecimiento en plantas (*pseudomonas*, *bacillus*, *Azotobacter*, *Beijerinckia*), las cuales mejoran el desarrollo de muchos cultivos de importancia agronómica, tales como trigo, arroz y maíz, y son una de las “puntas de lanza” de la agricultura contemporánea.

Para asegurar una estrecha proximidad física entre la microalga y la bacteria, es necesario atrapar a los dos microorganismos en una matriz esférica transparente, que debe cumplir con ciertos requisitos: por un lado, permitir la entrada de luz necesaria

para que las microalgas lleven a cabo sus procesos fotosintéticos; por otro lado, debe ser lo suficientemente pequeña para permitir la difusión de oxígeno y nutrientes dentro de la esfera y al mismo tiempo, suficientemente grande y pesada para evitar su flotación y asegurar su completo sumergimiento en el agua residual. De esta manera, cuando el tratamiento del agua residual finaliza, sólo es necesario recolectar las esferas, dejando el agua tratada libre de la población microbial.

Con el desarrollo de esta tecnología hemos creado un sistema biológico artificial, que no existe en la naturaleza, con microalgas y bacterias. Para nuestro propósito escogimos como organismos a la microalga *Chlorella* (utilizada tanto para el tratamiento de aguas residuales como para diferentes aplicaciones industriales) y a la bacteria *Azospirillum brasilense*, promotora del crecimiento en plantas, conocida por ser una bacteria sin un hospedero específico, que puede aumentar el crecimiento y cosecha de numerosas plantas. Para crear nuestro pequeño sistema biológico, inmovilizamos a los dos microorganismos en esferas de alginato (un polímero extraído de una macroalga abundante en el Pacífico Mexicano); como resultado hemos encontrado que, de manera sorprendente, la bacteria de procedencia agrícola tiene el mismo efecto sobre esta planta unicelular que sobre cualquiera otra; las células se multiplican más rápidamente, creando poblaciones de microalgas significativamente más grandes. También aumenta la concentración de pigmentos de la microalga – característica importante para los organismos foto-sintetizadores que derivan su energía de la luz, y el nivel de lípidos, permitiendo una mayor supervivencia de la microalga en el agua. Como resultado de estas mejoras celulares, la capacidad de la microalga para absorber amonio y fósforo del agua residual doméstica se incrementa significativamente. Más aún, como la microalga sobrevive por un tiempo más largo en presencia de la bacteria, que cuando está sola, es posible utilizar el mismo lote de esferas inmovilizadas repetidamente y eliminar más eficientemente los nutrientes del agua residual.

Los resultados de nuestros estudios nos permiten pensar que dicha combinación biológica artificial tiene un inmenso potencial en la industria del tratamiento de agua residual. Además, cuando el sistema biológico se satura, las esferas que quedan de deshecho pueden ser usadas como material para mejorar el suelo y como biofertilizante, ya que contienen abundante materia orgánica, no contaminante, y la bacteria promotora de crecimiento. Así, la belleza del sistema reside en la obtención de agua más limpia a partir de aguas residuales, sin producir contaminación y todo ello a bajo costo.