



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

COSTA RICA



Microorganismos al rescate: la biotecnología ambiental en el tratamiento de aguas residuales

Rodolfo Araya Álvarez
Área Funcional Investigación Aplicada
UEN Investigación y Desarrollo

Una herramienta poderosa para la sostenibilidad

La biotecnología ambiental es una de las poderosas herramientas con que cuenta el ser humano para combatir los retos asociados a la sostenibilidad de los recursos. Se puede definir como la gestión de las comunidades microbianas para que provean servicios a la sociedad. Estos servicios incluyen la remoción de contaminantes del agua, la generación de recursos renovables y la mejora del bienestar humano (Rittman & McCarty, 2020).

¿Por qué tratamos las aguas residuales?

El tratamiento de las aguas residuales es una necesidad para minimizar los potenciales impactos de sus descargas en el ambiente y para fortalecer la producción de valiosos subproductos: agua para reúso, nutrientes y biosólidos. Lo anterior, puede alcanzarse a través de una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos. En este artículo nos enfocaremos en los procesos biológicos, los cuales se basan en el rol natural de los microorganismos para cerrar los ciclos elementales de carbono, nitrógeno y fósforo, entre otros (Henze, Volcke, Solon, & Comeau, 2020).

Microorganismos: aliados invisibles

Los procesos biológicos se diseñan para crear condiciones ideales que favorezcan el crecimiento de microorganismos especializados. Estos microorganismos crecen al obtener energía almacenada en moléculas orgánicas o inorgánicas (que se encuentran en las aguas residuales); pero también presente en la luz solar. Con el fin de poder obtener esta energía, transforman las sustancias químicas mencionadas a través de reacciones de oxidación/reducción. Una parte de la energía, la invierten en reproducirse.

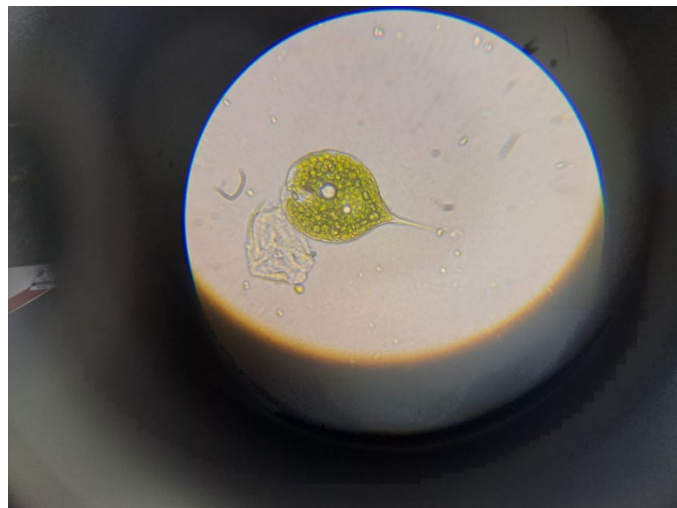




Figura 1. Microalga, microorganismo fotosintético. Lagunas Facultativas de Nicoya. (Araya, R. 2022)

¿Qué beneficios nos ofrece la biotecnología ambiental?

A través del conocimiento y entendimiento de los procesos de generación y consumo de energía de los microorganismos, se pueden crear las condiciones que permitan la protección ambiental y generación de recursos. En corto, debemos entender la bioquímica de los microorganismos. Algunos ejemplos de los beneficios ambientales que pueden alcanzarse al utilizar la biotecnología ambiental son (Rittman & McCarty, 2020):

- Conversión de residuos orgánicos a metano (un combustible)
- Conversión de materia orgánica putrescible a compuestos inorgánicos menos dañinos
- Eliminación de nitrógeno y fósforo para evitar estimular el no deseado crecimiento de algas en aguas superficiales
- Degradación de contaminantes químicos tóxicos

Reacciones microbianas clave en el tratamiento de las aguas

Algunos ejemplos de reacciones microbianas y su principal función en el tratamiento del agua se muestran a continuación.

- Oxidación de materia orgánica vía microorganismos aeróbicos: una manera en que se remueve materia orgánica de las aguas residuales y se produce biomasa y CO_2 (que se libera al ambiente).
- Metanogénesis: una de las posibles vías de producción de biogás de forma anaeróbica (ausencia de oxígeno).

Conclusión

El tratamiento de aguas residuales no solo se trata de obras civiles, máquinas y tuberías, sino de vida microscópica trabajando para proteger el ambiente. Los microorganismos, a través de complejas pero naturales reacciones bioquímicas, nos permiten recuperar recursos valiosos y reducir la contaminación. En este sentido, la biotecnología ambiental, al aprovechar estos procesos, representa una herramienta clave para construir un futuro más sostenible. En el AyA, comprender y aplicar este conocimiento es esencial para continuar mejorando la calidad del servicio y del medio ambiente que protegemos día a día.