

# Tratan aguas residuales con bacterias

Mediante un biorreactor, el nuevo método permitirá reutilizarlas no sólo para riego, sino también en procesos industriales

**E**n México se generan, cada segundo, casi 200 metros cúbicos de aguas residuales industriales, 40% de las cuales son efluentes, es decir, aguas contaminadas por compuestos orgánicos tóxicos y/o persistentes, desechadas por las industrias química, farmacéutica, textil, siderúrgica, eléctrica, de papel y celulosa.

Del total de efluentes industriales, sólo alrededor de 13% son tratados principalmente para eliminar la materia orgánica; de éste porcentaje, no todos los compuestos tóxicos son eliminados.

Para que no contaminen el medio ambiente y sean un riesgo sanitario, por un lado, y puedan ser reutilizadas, por el otro, esas aguas residuales deben tratarse adecuadamente, sobre todo en regiones con una gran actividad industrial, donde el vital líquido escasea.

Querétaro es una de esas regiones del país.

Por esa razón, desde noviembre de 2007, un equipo multidisciplinario desarrolla—en el Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas (LIPATA), de la Unidad Académica del Instituto de Ingeniería, campus Juriquilla—un proyecto para tratar efluentes industriales y reutilizarlos no sólo como aguas de riego, sino también en los mismos procesos industriales.

## Desarrollo tecnológico

A diferencia de los equipos que usan métodos convencionales, este equipo multidisciplinario, formado en 1994 a iniciativa del doctor Germán Buitrón Méndez, intenta empatar tres disciplinas fundamentales: ingeniería de procesos, microbiología e ingeniería de sistemas (modelado y control de biorreactores).

“En México, sólo otros dos equipos trabajan en esta línea, pero a nivel teórico. Nosotros ya tenemos desarrollos tecnológicos. Uno de ellos es el prototipo de un biorreactor industrial para degradar aguas contaminadas con altas concentraciones de compuestos tóxicos, como las generadas por las refinerías, la industria química y la farmacéutica”, dice Buitrón Méndez.

“En México, sólo otros dos equipos trabajan en esta línea, pero a nivel teórico. Nosotros ya tenemos desarrollos tecnológicos”

Germán Buitrón Méndez

Se trata de un reactor discontinuo en el que el llenado y la reacción son controlados en función de la actividad respirométrica de las bacterias que se utilizan para degradar—de manera rápida—los tóxicos presentes en las aguas residuales.

Por cierto, esta tecnología—gracias a la cual el equipo de Buitrón Méndez ganó el Premio TECNOS 2005 a la Innovación Tecnológica, otorgado por el gobierno de Nuevo León—se encuentra disponible para su transferencia a la industria.

**Obtención de hidrógeno**  
Al tratar aguas de desecho para su reutilización, el equipo universitario busca obtener también subproductos tales como hidrógeno, electricidad, polímeros biodegradables, etcétera.

La tecnología de procesos anaerobios (sin oxígeno) aplicada a aguas residuales, permite generar gases como el metano y el dióxido de carbono, pero también hidrógeno, un energético altamente eficiente y no contaminante que se puede almacenar con facilidad.

En dichos procesos, bacterias anaerobias (que no necesitan oxígeno para realizar sus funciones metabólicas principales) producen hidrógeno en reacciones de fermentación.

Buitrón Méndez y su equipo ya desarrollaron un proceso que hace posible cuantificar la producción de hidrógeno; eventualmente desarrollarán modelos matemáticos y técnicas de control automático para maximizar la obtención de este elemento.

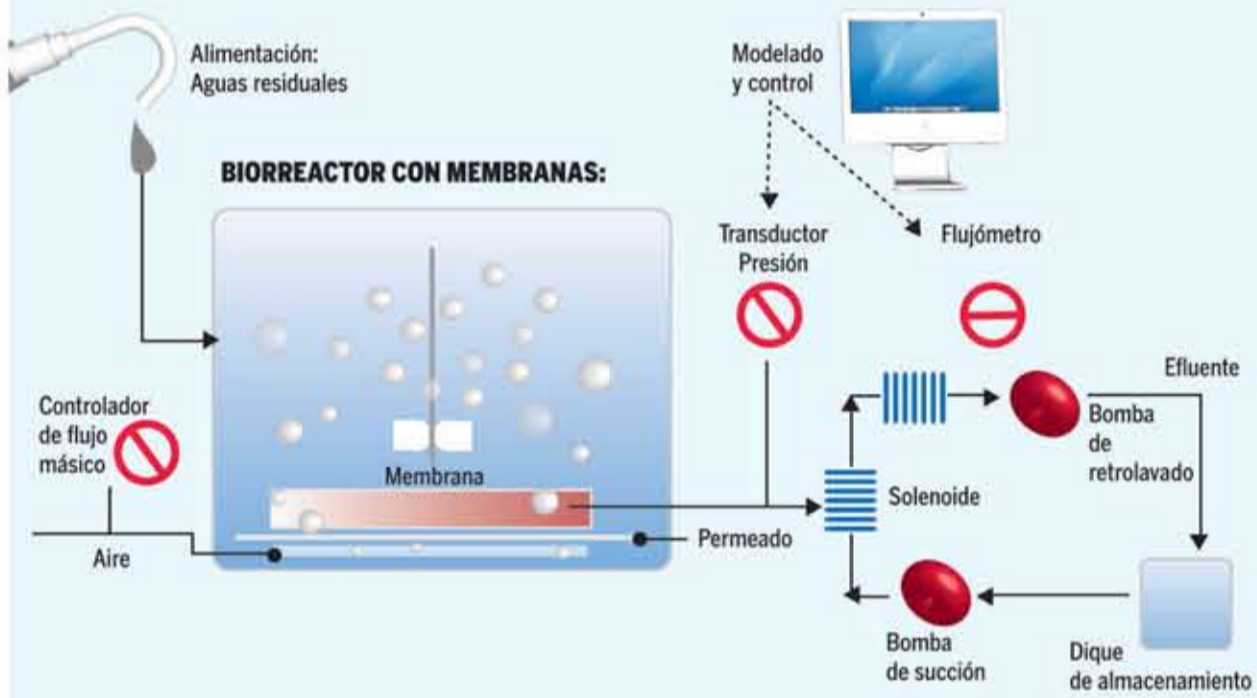
“El fin es tratar aguas residuales y desechos de la industria de procesamiento de alimentos, pero también buscamos un plus, un valor agregado en ello: hacer eficiente la producción de hidrógeno, el cual podría usarse en la generación de calor o electricidad.”

En este sentido, los investiga-



## BIORREACTOR CON MEMBRANAS AUTOMATIZADO

El agua residual entra en el sistema y la materia orgánica es transformada por las bacterias en dióxido de carbono, agua y más microorganismos. Las membranas se encargan de separar éstos del agua tratada



## ¿Sabía usted que...?

Durante su participación en el proyecto Efficient Operation of Urban Wastewater Treatment Plants, que fue financiado por la Unión Europea y en el que participaron Francia, Italia, Bélgica, Uruguay y México, el grupo de Buitrón Méndez generó la tecnología del biorreactor con que obtuvo el Premio TECNOS 2005 a la Innovación Tecnológica.

## Germán Buitrón

Ingeniero químico por la UNAM, cursó su maestría y doctorado en el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas, en Toulouse, Francia.

En 1994 ingresó en el Instituto de Ingeniería de la UNAM y en 1999 fue designado coordinador de Biorreactores Ambientales, antecedente del LIPATA.

Ha obtenido el Premio León Bialik 2000 a la Innovación Tecnológica; la Distinción Universidad Nacional 2002 para Jóvenes Académicos, en el área de Innovación Tecnológica; y el Premio Ing. Pedro J. Caballero 2002, otorgado por la Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores. Más información: Correo electrónico: [gbuitronm@ii.unam.mx](mailto:gbuitronm@ii.unam.mx)



## Disponibilidad de agua

II EL MUNICIPIO de Querétaro pertenece a la cuenca Lerma-Santiago-Pacífico. La disponibilidad natural media per cápita de agua en 2004 fue de mil 725 metros cúbicos; en 2025 será de mil 583, que es clasificada como muy baja. El promedio nacional es de 4 mil 841 metros cúbicos al año.

II LA ORGANIZACIÓN de las Naciones Unidas y el Banco Mundial consideran que una disponibilidad natural per cápita de menos de mil metros cúbicos al año indica una gran escasez de agua, mientras que una de menos de 2 mil metros cúbicos al año indica un nivel peligrosamente bajo en años de escasa precipitación.

## ¿Qué es un biorreactor?

Un biorreactor es un sistema que consiste en un tanque donde están confinados microorganismos que realizan una actividad biológica específica, como la degradación de compuestos contaminantes (generalmente orgánicos) en aguas residuales, municipales o industriales.

Dicha actividad puede llevarse a cabo por medio de un proceso aerobio (con oxígeno) o anaerobio (sin oxígeno), dependiendo del diseño y del tipo de microorganismos dominantes.

## Proceso fotoquímico-biológico

Un proyecto del Instituto de Ingeniería estudia, mediante un proceso híbrido fotoquímico-biológico, el tratamiento de los efluentes de la industria textil.

Dicho proceso utiliza energía solar para degradar parcialmente los compuestos coloridos; después de esta etapa catalítica, las bacterias pueden hacer, con más facilidad, la biodegradación total de la materia orgánica. La



ventaja de combinar ambos sistemas es que el tamaño de la planta de tratamiento se reduce considerablemente.

de bajo costo”, explica el experto. Sistema automatizado

El equipo encabezado por Buitrón Méndez trabaja, asimismo, en la detección y tratamiento de conta-

minantes traza presentes en las aguas residuales municipales, tales como anticancerígenos, medicamentos, anticonceptivos y hormonas, los cuales, si no son eliminados, pueden regresar—como

parte del ciclo del agua, vía su ingestión—a aquéllas, si bien es cierto que en bajas concentraciones.

Muchos de esos compuestos, tienen la capacidad de afectar el sistema endocrino del organismo.

“Dichos compuestos—asegura Buitrón Méndez—están presentes en las aguas residuales en microgramos e incluso en nanogramos por litro. De ahí que, con el tratamiento convencional, no se eliminen, pues los procesos no fueron diseñados para ello.”

Para contribuir a la solución de este problema, los investigadores laboran en el desarrollo de nuevas tecnologías; en particular, utilizan un sistema automatizado que combina una etapa biológica y módulos de membranas.

“La degradación biológica se realiza en un biorreactor que contiene los microorganismos específicos seleccionados naturalmente de las aguas tratadas por las membranas introducidas”, concluye Buitrón Méndez. (Fernando Guzmán Aguilar)