

GRUPO TRATAMIENTO Y REÚSO

El Grupo Tratamiento y Reúso (GTR), fundado por la Dra. Blanca Jiménez Cisneros, tiene más de 20 años en funciones como parte de la Coordinación de Ingeniería Ambiental del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Está compuesto por cerca de 30 personas, incluyendo 6 académicos, 4 profesionales y alrededor de 20 becarios de niveles de licenciatura al post-doctorado. En sus inicios, el Grupo contribuyó a definir los principales problemas de contaminación del agua en México y a partir de ellos desarrolló la fundamentación técnica para la normatividad mexicana en materia de control de descargas de agua residual. De manera paralela, el GTR realizó estudios que sirvieron de base para diversas Normas Mexicanas de análisis (NMX) de agua y lodos residuales (subproductos del tratamiento del agua residual), como las de huevos de parásitos intestinales (helmintos) y bacterias (Salmonella). En el campo del tratamiento del agua, el GTR cuenta con una amplia trayectoria internacional, y es en particular reconocido por sus trabajos para el control, la identificación y la cuantificación de huevos de helmintos en agua, lodos, suelos y excretas. El Grupo también se ha enfocado al desarrollo de tecnologías para el tratamiento y el reúso del agua, principalmente en la agricultura pero también para uso industrial

en zonas de baja disponibilidad. Actualmente, el GTR estudia la factibilidad del reúso de agua como fuente de abastecimiento para diferentes usos, incluyendo el consumo humano, así como el suministro de agua a partir de la cosecha de agua de lluvia. Para lograr lo anterior, se desarrollaron metodologías analíticas de alto nivel que determinan los contaminantes emergentes que representan nuevos riesgos a la salud humana y al ambiente. De igual manera, y para lograr la inactivación de microorganismos de importancia médica (principalmente huevos de helmintos), se propusieron alternativas para inactivar microorganismos patógenos en los lodos residuales de manera que una vez tratados puedan ser usados como biosólidos para mejorar suelos agrícolas, o bien, como sustituto parcial de fertilizantes. El GTR se ha caracterizado por introducir nuevos temas de investigación en la agenda nacional, ya que se ha mantenido siempre alerta de los retos de contaminación que nuestro país tiene. Por su experiencia, los miembros del GTR constantemente son invitados a participar en diversos tipos de eventos internacionales y a colaborar con instituciones de otros países, incluyendo la movilidad estudiantil. Recientemente, su líder, la Dra. Blanca Jiménez, fue invitada por la UNESCO como Directora de la División de Ciencias del Agua y Secretaria del Programa Hidrológico Internacional (PHI), con la finalidad, entre otras cosas, de compartir su experiencia y replicar en otras partes la experiencia del Grupo. El PHI es un programa intergubernamental de Naciones Unidas con representaciones en 165 países, 36 Centros de agua bajo el auspicio de la UNESCO y 38 Cátedras UNESCO de Agua.

Tratamiento de agua residual, reúso y potabilización

El GTR desarrolla proyectos de tratamiento y reúso, cuyos ejes temáticos comprenden la viabilidad del reúso indirecto y directo del agua y su potabilización mediante diversos métodos incluyendo los procesos de membranas (ultrafiltración, nanofiltración, biorreactores y ósmosis inversa). Para lograrlo, se ha empleado al Valle de México y las áreas circundantes como laboratorio vivo, logrando identificar la evolución de la calidad del agua para entender mejor las causas de su contaminación y proponer métodos apropiados para su tratamiento y eventual potabilización. En la actualidad, se trabaja en la optimización de sistemas de tratamiento avanzado del agua, pero también, se evalúan métodos más sencillos, para comunidades rurales, que se basan en la captación de agua de lluvia y su potabilización. Un ejemplo de esto último es el proyecto *Aseguramiento de la cantidad y calidad del agua almacenada en proyectos de captación de agua de lluvia en México*, cuyo objetivo es establecer

el diseño óptimo de captación y tratamiento de agua de lluvia para las condiciones específicas de las poblaciones en México. Otro proyecto es el de Procesos de Potabilización con Múltiples Barreras, el cual evalúa la combinación de diversos procesos de tratamiento (barreras) para tratar agua residual a nivel potable. Este último proyecto incluye la evaluación del riesgo a la salud humana después de cada etapa de tratamiento para demostrar la factibilidad de potabilizar fuentes de suministro no convencionales con un riesgo similar al del consumo de agua convencional. Con ello se busca atender la creciente demanda de agua para la población de México y del Mundo, y en particular en zonas donde el recurso es escaso.

Microbiología ambiental

La gran variedad de microorganismos patógenos y parásitos que son transmitidos a través del agua residual y de los lodos representa un importante riesgo a la salud que los ingenieros ambientales deben atender. Como respuesta a ello, el GTR ha realizado diversas investigaciones para evaluar diferentes procesos de desinfección y analizar su efecto en una amplia gama de microorganismos. Los resultados han permitido evidenciar que el empleo de un único tipo de microorganismo (los coliformes fecales) para asegurar la calidad biológica de un agua, o bien medir la eficiencia de un proceso de desinfección, no es suficiente. Los organismos son muy variados, y hay grupos que incluso han desarrollado adaptaciones que les permiten eludir factores ambientales desfavorables y ser muy resistentes a la desinfección. Este es el caso de los huevos de helmintos, lombrices que infectan a más de 2 500 millones de personas en el mundo. Estos huevos son la estructura biológica más resistente a la desinfección que se conoce y por ello son el reto para cualquier proceso de tratamiento en lodos (los huevos de helmintos presentes en el agua, se separan de ésta y se concentran en los lodos para inactivarlos). El GTR afinó la técnica para identificar y cuantificar los huevos de helmintos en lodos; no obstante, a pesar de los avances, los resultados dependen mucho de la experiencia del analista para reconocer las diversas especies de huevos de helmintos y contarlos en muestras que contienen muchos otros elementos. Por ello, la Dra. Jiménez consideró el empleo de técnicas de reconocimiento digital y propuso a la Fundación Bill y Melinda Gates la elaboración de un *software* para identificar y cuantificar huevos de helmintos a partir de imágenes tomadas al microscopio. Este sistema desarrollado por el grupo, con apoyo de otras instituciones como el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCECADET-UNAM), será útil especialmente en

instalaciones ambientales e instancias que no cuentan con la suficiente experiencia en la identificación de estos patógenos, eliminando la necesidad de un parasitólogo experto y evitando periodos largos de observación; con ello se mejora la precisión y se reduce el costo de este tipo de análisis. El sistema fue probado y validado por el GTR tanto a nivel nacional como internacional y tiene capacidad para ser expandido a otras especies e incluso a otro tipo de microorganismos, ampliando de esta forma su uso potencial.

Contaminantes emergentes

Los “contaminantes orgánicos emergentes” en su mayoría son contaminantes aún no regulados en casi todo el mundo. Sus efectos en la salud y el ambiente se encuentran en estudio, con resultados para varios de ellos alarmantes. Además, hay datos abundantes de su presencia en el ambiente, en particular, en el agua. El GTR fue el primer grupo en América Latina, y de los primeros a nivel mundial, que contó con una técnica para medir contaminantes emergentes en agua y suelos (2005). Esta técnica permite estudiar su remoción y degradación mediante diferentes procesos de tratamiento, pero también seguir su paso en el ambiente. Actualmente, el Grupo trabaja en el desarrollo de la aplicación de técnicas analíticas más rápidas y eficientes para detectar contaminantes emergentes, pero también que tengan menor impacto en el ambiente (Química Verde). También, el grupo se aboca al desarrollo de métodos analíticos para la determinación rápida, sensible y selectiva de subproductos de la desinfección con cloro y plaguicidas en fuentes de suministro de agua así como en el agua potable.

Manejo integral de lodos residuales

Los lodos generados durante el tratamiento del agua residual, por su contenido de patógenos y su potencial de putrefacción, requieren ser tratados por diferentes procesos para reducir riesgos a la salud y al ambiente. El GTR se enfoca al manejo integral de lodos, incluyendo su generación, deshidratación, tratamiento y reutilización. Es importante mencionar que en México, como en muchos otros países en desarrollo, la concentración de virus, bacterias, protozoarios y huevos de helmintos en lodos supera considerablemente los niveles reportados en países desarrollados. Por ello, se requieren tratamientos mucho más eficientes que permitan su reúso en la agricultura, como mejoradores de suelos, o como cubierta de residuos sólidos en rellenos sanitarios para protección. En particular, el Grupo ha estudiado la inactivación de microorganismos a través de diferentes procesos de tratamiento, con los cuales se cumple con la normatividad. De manera novedosa, el Grupo ha estudiado la presencia y remoción de contaminantes emergentes en lodos empleando procesos avanzados de tratamiento. Del mismo modo, en colaboración con otros grupos de investigación del Instituto de Ingeniería, desarrolla métodos para incrementar la energía renovable que puede generarse a partir de lodos.

Los académicos del Instituto de Ingeniería integrantes del grupo, además de la Dra. Blanca Jiménez, están las M. en C. Catalina Maya Rendón e Inés Navarro González, los doctores Elías Becerril Bravo, Alma Chávez Mejía y Jose Antonio Barrios, este último actualmente responsable del grupo. |

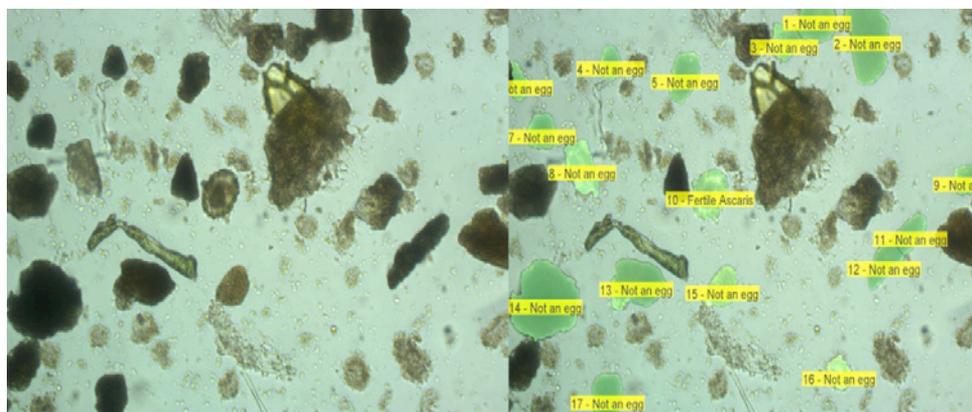


Figura 1. Identificación de huevo de *Ascaris* spp mediante el uso del *software* desarrollado por el Grupo Tratamiento y Reúso



Figura 2. Planta piloto para evaluación de procesos de potabilización con múltiples barreras

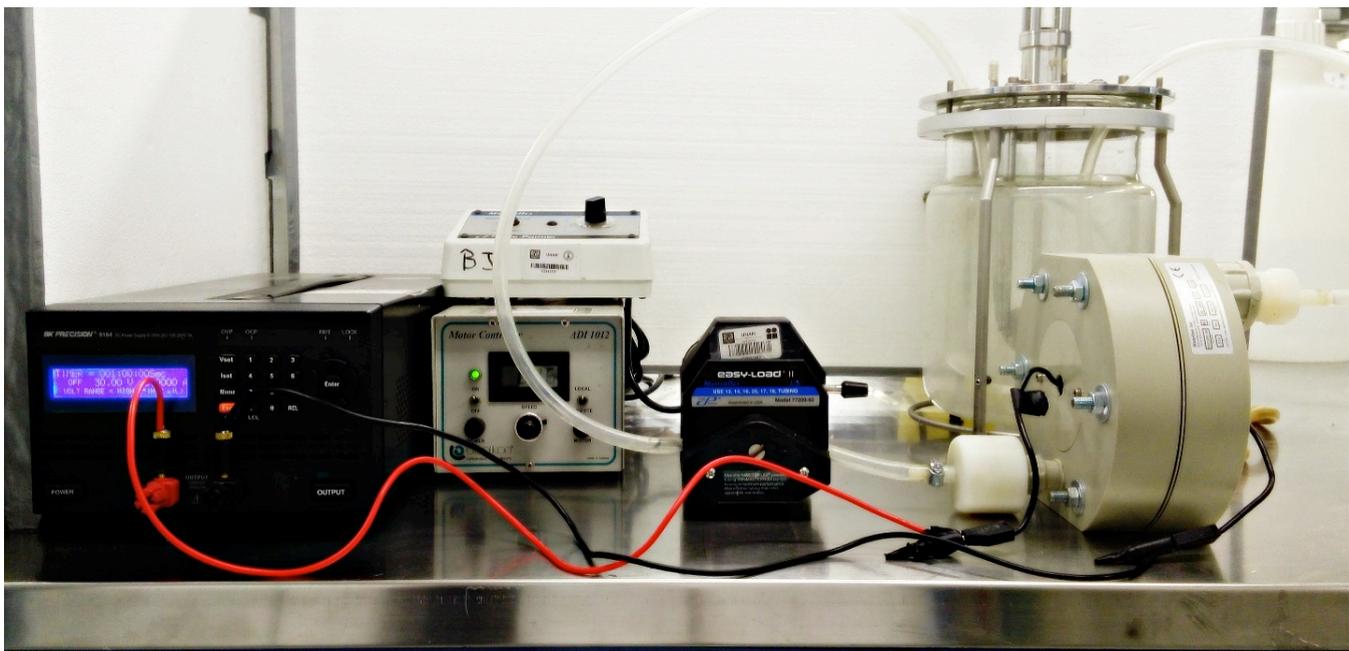


Figura 3. Equipo experimental para pruebas de electrooxidación de lodos residuales