

## ESTRATEGIAS BIOLÓGICAS PARA MITIGAR EL IMPACTO DE CONTAMINANTES PRESENTES EN AGUAS RESIDUALES DE SONORA

Denisse Serrano Palacios

Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Calle 5 de febrero 818 Sur. Col. Centro. Cd. Obregón, Sonora, México. e-mail: [denisse.serrano@itson.edu.mx.com](mailto:denisse.serrano@itson.edu.mx.com)

*Palabras clave: Escases del agua, sistemas híbridos, compuestos persistentes, codigestión.*

**Introducción.** Sonora ocupa el 2do lugar en extensión (185 mil km<sup>2</sup>) de entre los estados de la República Mexicana y representa el 9.2% de la superficie nacional. Su hidrografía está conformada por 6 cuencas hidrológicas y su configuración fisiográfica de la región está dominada por el Desierto o Llanura Sonorense, que cubre más de la mitad del territorio estatal. Los climas predominantes son los de carácter muy seco o desértico, seco y semiseco, y se caracterizan por su alta temperatura y escasa precipitación (CEA 2016; CONAGUA 2021). El escurrimiento medio anual es de 5,459 millones de m<sup>3</sup> al año, con una demanda total de 5,500 millones de m<sup>3</sup>, registrándose un déficit de 41 millones de m<sup>3</sup>, por lo que la situación de escasez de agua compromete seriamente el crecimiento estatal. La calidad de las aguas superficiales y subterráneas del estado están comprometidas, debido a los principales problemas de contaminación en los cauces de los ríos y en las zonas de riego con aguas superficiales, cuyos drenes son receptores de descargas de centros de población, industrias, actividades pecuarias y las aguas de retorno agrícola. Las aguas costeras y esteros son los receptores finales de estas cargas contaminantes (CEA 2005). Debido a la problemática anterior, se han propuesto diversas estrategias biológicas para mitigar el impacto generado por la descarga de aguas residuales de diversas fuentes en el ambiente.

**Metodología.** En los últimos años y debido a la necesidad de mejorar no solo la remoción de materia orgánica sino también nutrientes como el nitrógeno y compuestos persistentes se han evaluado sistemas de tratamiento de aguas residuales llamados híbridos. Este tipo de sistemas tiene como base principal el tratamiento biológico, el cual opera de manera combinada con otros procesos biológicos o incluso fisicoquímicos (Huang et al., 2017). Por otro lado también, se han evaluado trabajos de codigestión de residuos orgánicos generados en la región y que supone una importante mejora desde el punto de vista medioambiental, ya que resuelve el problema que generan los residuos de diferentes procedencias, así como, desde un punto de vista económico, reduce los

costes del proceso al posibilitar el incremento de la generación de biogás y, por ende, de metano valorizable energéticamente (Montañés, 2014).

**Resultados.** A manera de resumen, la evaluación de sistemas híbridos a escala laboratorio ha permitido obtener los siguientes resultados:

i) La propuesta integral del sistema GAC-SBR es una alternativa eficaz para la eliminación de macrocontaminantes y pesticidas (99%), como el endosulfán, que permite cumplir con la normativa vigente (normas de vertido) nacionales y de otros países; ii) El sistema híbrido (anaerobio-aerobio-anoxico-GAC) logró eficiencias de remoción de DQO y nitrógenos mayores al 90% con una alta COV y un TRH menores a otros reportados, cumpliendo con la normativa de descarga en cuerpos de agua en México, NOM-001-SEMARNAT-2021. Además, logró eliminar alrededor de 98% de Oxitetraclina y 97% para Tilosina, compuestos presentes en AR porcinas. A través de la digestión o codigestión, se puede deducir que aguas residuales de interés en la región como la del nejayote, porcícola, láctea, avícola y residuos de paja de trigo, pueden ser aprovechados como una fuente alternativa de energía mediante un proceso metanogénico, ya que su composición en materia orgánica y nutrientes, ayudan a facilitar el proceso de degradación y obtener una mayor producción de metano.

**Conclusiones.** La propuesta de sistema híbrido puede funcionar como un sistema descentralizado, sus múltiples productos son el reúso del agua tratada in situ o cerca del sitio, la bioenergía (biogás producido por el sistema anaeróbico a partir de la transformación de la materia orgánica), y el digestato que contienen nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, que se consideran biofertilizantes para las tierras agrícolas en los alrededores de las instalaciones. Por otro lado, la codigestión anaerobia utilizando una mezcla de aguas residuales (nejayote-porcina o paja de trigo-porcina), aumenta la producción de biogás significativamente, debido a la sinergia encontrada entre los dos sustratos, debido al aumento de la

relación de micro y macronutrientes y la carga de materia orgánica biodegradable, típico de estos procesos.

**Agradecimiento.** Este trabajo fue apoyado por el CONAHCYT del fondo de Ciencia Básica CB-2017-2018 (A1-S-43472), PROFAPI\_2023 y apoyo para Cuerpos Académicos de la Dirección de Recursos Naturales del ITSON.

**Bibliografía.**

1. Huang, C., Shi, Y., Xue, J., Zhang, Y., Gamal El-Din, M., & Liu, Y. (2017). *Comparison of biomass from integrated fixed-film activated sludge (IFAS), moving bed biofilm reactor (MBBR) and membrane bioreactor (MBR) treating recalcitrant organics: Importance of attached biomass.* Journal of Hazardous Materials, 326, 120–129.
2. Montañés, R. (2014). "Co-digestión anaerobia de lodos de depuradora y residuos vegetales de cultivos energéticos. Estrategias para mejorar la producción de biogás". Dianlet.

