

Tecnologías electroquímico-microbianas para tratamiento de efluentes residuales

Electrochemical-microbial technologies for waste effluent treatment

Jesus Alberto Pérez-García¹, Federico Castañeda-Zaldivar¹, Francisco Javier Bacame-Valenzuela¹, Gabriel Trejo-Cordova¹, Elisa Valenzuela-Soto², Luis Antonio Ortiz-Frade¹, Yolanda Reyes-Vidal¹

¹ Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

² Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

Palabras clave: Electroquímica – microbiana, Sistemas bioelectroquímicos, Tratamiento de aguas residuales.

Keywords: Electrochemistry – microbial, Bioelectrochemical systems, Wastewater treatment.

Las tecnologías *electroquímicas – microbianas* basan su funcionamiento en la transferencia de electrones entre microorganismos y electrodos, creando una *interfaz* a nivel de superficie conocida como *interfaz microorganismo – electrodo*. Los procesos de intercambio electrónico en la *interfaz* son conocidos como transferencia extracelular electrónica (TEE). Los microorganismos pueden usar la TEE en diferentes ambientes, en especial en aquellos que son pobres en oxígeno debido a su capacidad de crear estructuras que se adhieren a los electrodos, estas estructuras son llamadas *biopelículas*. Las *biopelículas* ayudan a los microorganismos a acondicionar los electrodos y así garantizar su supervivencia. Para ello, estos recurren a diferentes estrategias, utilizando diversas vías de TEE como la *TEE indirecta (TEEI)* y *TEE directa (TEED)* (Schröder y col., 2015).

Los procesos de TEE son de vital importancia en el desarrollo de tecnologías *electroquímicas – microbianas* para el tratamiento de aguas residuales. Estas tecnologías ofrecen diversas ventajas frente a técnicas convencionales. La más importante es el tratamiento y remediación de aguas contaminadas con la posibilidad de obtener productos de valor agregado de forma simultánea. Esto permite la valorización de residuos para la obtención de productos como hidrógeno, metano y energía eléctrica. Entre otras ventajas de estas tecnologías son: la remediación *in situ* utilizando escasos suministros químicos o energéticos, flexibilidad en la degradación de contaminantes y mínimo impacto al medio ambiente (Ivase y col., 2020).

Sin embargo, pese a lo prometedoras que son estas tecnologías, su aplicación sigue siendo limitada debido al elevado costo de los materiales y los bajos rendimientos energéticos que aun ofrecen. Se ha intentado dar solución a dicha problemática mediante el desarrollo de nuevos materiales, económicos y ecológicamente amigables. No obstante, se requiere del entendimiento profundo de los sistemas *electroquímicos – microbianos* desde un punto de vista biológico y electroquímico para mejorar su rendimiento (Gadkari y col., 2018).

De este modo, las herramientas que brinda la proteómica permiten el entendimiento a gran escala de proteínas procedentes de microorganismos electrogénicos, estudiando a detalle el funcionamiento de aquellas que estén implicadas en TEE. Por otro lado, la electroquímica permite el entendimiento a nivel de electrodo, brindando información sobre los mecanismos de reacciones electroquímicas en la *interfaz* para obtener parámetros de simulación e ingeniería (Chen y col., 2019). En el presente trabajo, se describirá el funcionamiento de las tecnologías *electroquímicas – microbianas* con un enfoque biológico y electroquímico, describiendo los mecanismos de reacciones electroquímicas que suceden en la *interfaz microorganismo – electrodo* y las proteínas involucradas en el proceso de TEE aplicado al tratamiento de efluentes residuales.

BIBLIOGRAFIA

Chen, S., Patil, S. A., Brown, R. K., & Schröder, U. (2019). *Strategies for optimizing the power output of microbial fuel cells: Transitioning from fundamental studies to practical implementation*. Applied Energy, 233: 15–28.

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.10.015>

Gadkari, S., Gu, S., & Sadhukhan, J. (2018). *Towards automated design of bioelectrochemical systems: A comprehensive review of mathematical models*. Chemical Engineering Journal, 343: 303–316. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.03.005>

Ivase, T. J. P., Nyakuma, B. B., Oladokun, O., Abu, P. T., & Hassan, M. N. (2020). *Review of the principal mechanisms, prospects, and challenges of bioelectrochemical systems*. Environmental Progress & Sustainable Energy, 39(1): 13298.

<https://doi.org/10.1002/ep.13298>

Schröder, U., Harnisch, F., & Angenent, L. T. (2015). *Microbial electrochemistry and technology: Terminology and classification*. Energy & Environmental Science, 8(2): 513–519. <https://doi.org/10.1039/c4ee03359k>