

Desarrollo de un bioreactor aerobio fijo para el tratamiento de aguas residuales del proceso de hemodiálisis

Nadia Talamantes-Morales ¹, Minerva Guerra-Balcázar ², Noe Velázquez-Arjona ³ y José Alberto Rodríguez-Morales ^{2,*}

¹ Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Querétaro, México.

² Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Querétaro, México.

³ Centro de Investigación y desarrollo tecnológico en electroquímica, Querétaro, México.

* Autor de correspondencia: josealberto970@hotmail.com.

Contaminación de agua, suelo y aire (Tratamientos biológicos).

Palabras clave: hemodiálisis, aguas residuales, reactor biológico.

Introducción. La hemodiálisis en pacientes con insuficiencia renal, ayuda a limpiar la sangre de tóxicos, sales, urea, creatinina, iones, altas concentraciones de potasio, sales orgánicas, entre otros (Mollahosseini, Abdelrasoul, & Shoker, 2020). Cada paciente semanalmente necesita tres sesiones de cuatro horas en promedio, utilizan aproximadamente 300 L de agua potable, previamente tratada para lograr su biocompatibilidad (Murtas et al., 2020; Souza et al., 2019). El agua residual de cada sesión de hemodiálisis, es descargada de forma directa en el drenaje, provocando un impacto en el medio ambiente (McClaran et al., 2020). Siendo éste un tema de interés para la generación de nuevas tecnologías de remoción de contaminantes, en este proyecto se propone realizar un reactor biológico aerobio fijo, con una capacidad de 100 L, para el tratamiento del agua residual del proceso de hemodiálisis. Buscando obtener los parámetros permisibles respecto a la NOM-003-SEMARNAT-1997.

Materiales y Métodos. Para el montaje del reactor biológico prototipo, se utilizó como soporte de botellas polietilentereftalato (PET), las cuales fueron acondicionadas y colocadas de forma concéntricas y dentro del reactor como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Montaje del bioreactor.

El reactor se inoculó con 10 L de lodo y 20 L de agua residual. Después se dejó por 90 días para la formación del biofilm en las botellas. Una vez estabilizado el reactor, se inició la fase de experimentación con 60 % de agua residual y 40 % de agua de hemodialisis.

Resultados. Para el desarrollo del bioreactor aerobio, se reutilizaron 90 botellas PET como soporte para el crecimiento de los microorganismos. Logrando un recubrimiento del 100 % a las 6 semanas de operar, como se muestra en la Figura 2 se muestra la adherencia del biofilm a las paredes de las botellas PET. Para el área de contacto del biofilm en el soporte fue medido con la fórmula de cono trunco, dando como resultado 1.49 m².

Una vez formada la biopelícula se continuó alimentando el reactor ahora con agua problema y se determinaron las concentraciones de los contaminantes presentes iniciales del agua problema y los mismos fueron comparados con las concentraciones al finalizar el tratamiento, como se muestra en la Tabla 1.



Figura 2. Fijación del biofilm al soporte.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos obtenidos, comparados con los límites máximos permisibles de la NOM-003-SEMARNAT-1997.

Parámetros	Límites máximos	Agua problema	Agua tratada
Demanda química de oxígeno (DQO) (mg/L)	N. E.	795	19
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (mg/L)	20	594	14.6
Sólidos suspendidos totales (SST) (mg/L)	20	504	13
Grasas y aceites (mg/L)	15	27	1
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	240	2400000	3

Conclusiones. Las investigaciones se han enfocado en tratamientos para mejorar la calidad de agua de entrada a la máquina de hemodiálisis, dejando de lado el tratamiento final, por lo que se considera una proyecto con innovador y de interés ambiental. Se logró el desarrollo de un bioreactor aerobio fijo, con capacidad de 100 L, se obtuvo una reducción considerable en DQO de 795mg/L a 19 mg/L, en DBO de 594 mg/L a 14.6 mg/L, SST de 504 mg/L a 13 mg/L. Además hubo un crecimiento poblacional microbiano abundante, formado principalmente de *Bacteroidetes*, *Proteobacterias* según estudios previos dentro del núcleo de trabajo, a las 6 semanas, permitiendo el tratamiento del agua, logrando disminuir la cantidad de coliformes fecales de 2400000 NMP/100 mL a 3 NMP/100 mL. Logrando así, tratar el agua y respetar los parámetros establecidos en la NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

Bibliografía.

- McClaran, N., Behe, B. K., Huddleston, P., & Fernandez, R. T. (2020). Recycled or reclaimed? The effect of terminology on water reuse perceptions. *Journal of Environmental Management*, 261(January), 110144. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110144>
- Mollahosseini, A., Abdelrasoul, A., & Shoker, A. (2020). A critical review of recent advances in hemodialysis membranes hemocompatibility and guidelines for future development. *Materials Chemistry and Physics*, 248, 122911. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.122911>
- Murtas, S., Aquilani, R., Iadarola, P., Deiana, M. L., Secci, R., Cadeddu, M., & Bolasco, P. (2020). Differences and Effects of Metabolic Fate of Individual Amino Acid Loss in High-Efficiency Hemodialysis and Hemodiafiltration. *Journal of Renal Nutrition*, 1–12. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2019.12.003>
- Souza, B. A., Perini, J. A., Giannini, M. J. S. M., & Zanoni, M. V. B. (2019). Fast removal of Candida parapsilosis from hemodialysis dialysate using ultraviolet or visible light at nanoporous W/WO₃ electrodes. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(4), 103104. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103104>