

Medios acuosos contaminados con Aceite Lubricante Usado: Una alternativa de tratamiento con CCM.

Aqueous media contaminated with Used Lubricant Oil: An alternative treatment with MFC.

Esther Ibarra Altamirano¹, Miguel Mauricio Aguilera Flores¹, Verónica Ávila Vázquez*¹

¹Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas, Blvd. del Bote 202 Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa 98160 Zacatecas, México. Tels. 01-492-92-42-419, 01-492-92-55-998. *Correo: vav_tab@hotmai.com

Palabras Clave: ALU, CCM, Agua

Key words: ULO, MFC, Water

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos más importantes para la vida en el planeta. Tener agua de calidad no solo significa contar con ella para usos consuntivos, sino también mantenerla libre de contaminantes. La contaminación de las aguas superficiales y de los acuíferos reduce inmediatamente la disponibilidad del líquido, lo cual hace necesario procesos e inversiones económicas cuantiosas para su tratamiento y potabilización [1]. Un contaminante de alto impacto es el Aceite Usado. En México, en el periodo de 2004-2019, los aceites gastados representaron al 20% del total generado de Residuos Peligrosos (RP)[2]; únicamente 10,941 T de aceites gastados fueron reciclados[3]. Por lo que se propone la aplicación de Celdas de Combustible Microbianas para su tratamiento, ya que estas obtienen energía eléctrica a través de microorganismos (mo's), mediante su actividad metabólica con un sustrato. Un sustrato que utilizar para las CCM es el Aceite Lubricante Usado (ALU).

METODOLOGÍA.

Celdas

Se utilizaron dos celdas de barro con un cátodo de tela de Platino y un ánodo de fieltro de grafito de acuerdo con Enciso Hernández (2018). El sustrato fue una mezcla de agua y Tween 20, se le incorporó ALU (1%) que actúa como sustrato. Esta mezcla se vertió en dos CCM. A una CCM se le agregó suelo procedente de una maceta y a la otra, bacterias hidrocarbonoclastas cultivadas y aisladas por Quiñones Robles (2020). A ambas CCM se les colocó una fuente de luz para proveer calor y mantener una temperatura de 35°C.

Ciclo de degradación del ALU y Caracterización electroquímica de la CCM

Se realizaron experimentos previos, donde se midió el voltaje a circuito abierto por varios días, al identificar una caída de este, significó que el ciclo de degradación había terminado. Se realizó la caracterización electroquímica empleando un equipo Versa STAT 3. Las técnicas aplicadas fueron Voltamperometría lineal (se realizó un barrido de potencial desde el voltaje a circuito abierto de la CCM hasta a .05 V (esto como una medida de seguridad para los

microorganismos dentro de las CCM) a una velocidad de 0.0001 mV/s.) , Espectroscopia de impedancia electroquímica (aplicando un barrido de 0.1 a 10,000 Hz) y cronoamperometría (se fijó el voltaje al cual se obtuvo una potencia máxima en las curvas de polarización, el tiempo de duración del análisis fue superior a los 600 s).

Turbidez y Sólidos volátiles y totales

La evaluación de turbidez se realizó de acuerdo con la NMX-AA-038-SCFI-2001, y la de sólidos totales y volátiles se realizó de acuerdo con la NMX-AA-034-SCFI-2015.

Espectroscopia de Transmisión de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR)

Se tomó una muestra de 0.5 mL del sustrato puro y una muestra de 5 mL de la mezcla que contenía el sustrato y el inóculo al final del ciclo de degradación. El equipo utilizado para realizar el barrido fue un Shimadzu IRTracer-100 mediante la técnica de reflectancia atenuada (ATR).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación del ciclo de degradación del ALU en la CCM.

Se identificó un ciclo de degradación de 55 días, la Figura 1 A), muestra el comportamiento del voltaje a circuito abierto de las CCM y la 1 B muestra la curva de crecimiento de población bacteriana, que incluye cuatro fases; latencia (Lag), exponencial, estacionaria y muerte. Para la figura 1 A, en ambos inóculos, se considera que la fase Lag se llevó a cabo en un periodo muy corto; la fase exponencial se dio desde el día 1 al 11. La fase estacionaria se dio del día 12 al 35, el crecimiento no aumentó por agotamiento del ALU. Finalmente, la fase de muerte celular se dio a partir del día 36.

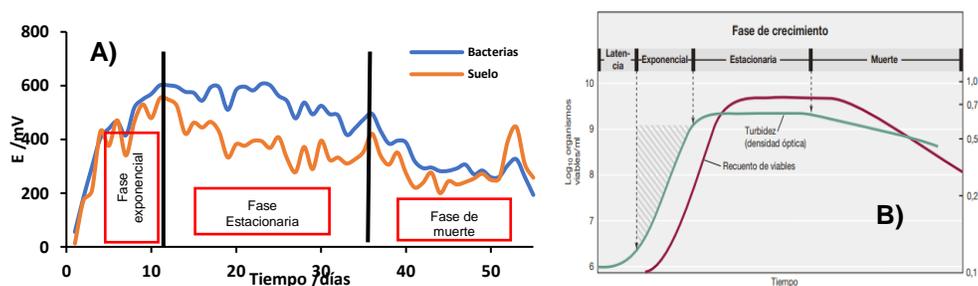


Figura 1. A) Voltaje a circuito abierto de las CCM, B) Curva de crecimiento bacteriano.
Fuente: Madigan et al. (2015).

En cuanto a las pruebas electroquímicas en la Figura 2 A) se muestra la curva de estabilización, en la 2 B) se muestra el diagrama de Nyquist y en la 2 C) la curva de polarización obtenida a partir de la voltamperometría lineal. Donde se observa que la celda con inóculo de bacterias fue la que obtuvo un mejor comportamiento en las tres figuras, esto puede deberse porque las bacterias aisladas son afines a la degradación de hidrocarburos.

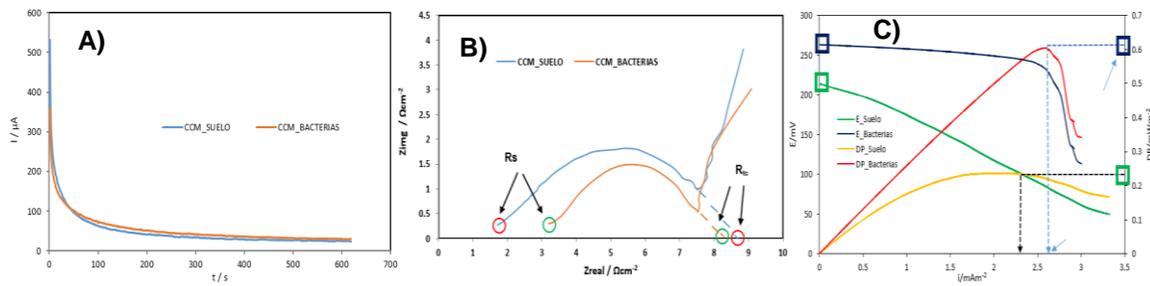


Figura 2. A) Curva de estabilización. B) Diagrama de Nyquist. C) Curva de polarización.

Turbidez, Sólidos Volátiles y Totales

Los sólidos son contaminantes básicos y son una causa de la turbidez. En la Tabla 1 se muestran los valores de remoción para turbidez, sólidos volátiles y totales obtenidos para las muestras después de los 55 días

Tabla 1. Valores obtenidos para Sólidos Totales de las CCM en el proceso de degradación de ALU.

Muestra	Sólidos Totales (ST) (mg/L)	Sólidos Totales Volátiles (STV) (mg/L)	Turbidez (NTU)
	% Remoción	% Remoción	% Remoción
Suelo	40	10	88
Bacterias	30	8	90

Los valores de porcentajes de remoción para ST son de hasta el 40%, y los de STV, son más pequeños, llegando apenas al 9%. En cuanto a la turbidez, al deberse a la cantidad de materia orgánica presente, se confirma una reducción de esta, donde se obtuvieron % de remoción mayores al 85%.

Espectroscopía de Transmisión de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR)

El espectro para FTIR con el ALU para el día 0 y 55 (para ambos inóculos), se muestran en la Figura 1 A) y B) y C) respectivamente. Los principales picos para el día 0, revelan la presencia de los grupos funcionales de metileno (CH_2) y metilo (CH_3) de acuerdo con Rojo Callejas. En el día 55 la mayoría de las bandas de CH_2 y CH_3 , no son visibles y nuevas bandas aparecieron asociadas al grupo aldehído y a enlaces O-H. Las diferencias de la muestra inicial y la muestra final, luego de 55 días de tratamiento, son evidentes. Por lo que los resultados de FTIR demostraron la eliminación del ALU.

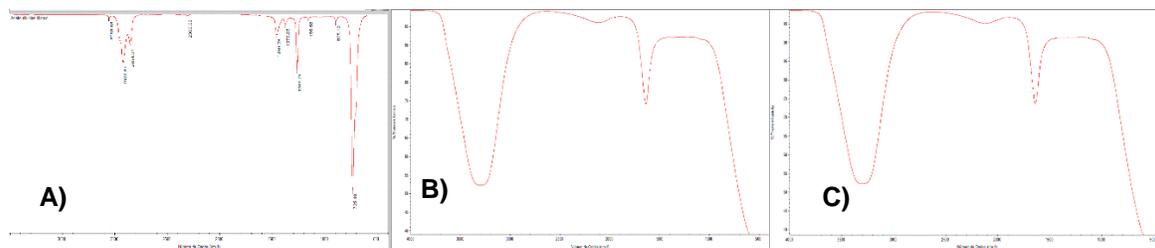


Figura 3. Espectro de FTIR A) ALU agregado a las CCM. B) Sustrato con inóculo de bacterias (día 55) C) Sustrato con inóculo de suelo (día 55).

CONCLUSIONES

El potencial a circuito abierto máximo registrado fue de 607 mV para el día 23 con el inóculo de bacterias. En la curva de polarización en la CCM con inóculo de bacterias el valor de DP_{max} fue de 0.62 mWm^2 , y para el inóculo de suelo de 0.24 mWm^2 , mientras que la i fue de $2.6 \text{ mA}m^2$ y $2.35 \text{ mA}m^2$ para el inóculo de bacterias y suelo respectivamente, por lo tanto, el desempeño electroquímico de la celda utilizando bacterias fue mejor. Mientras que la remoción de ST y SV mostró una reducción entre el valor inicial y final del ciclo lo que sugiere la degradación del ALU, y el efecto fue más significativo con la turbidez presentando hasta el 90% de disminución respecto al valor inicial. Finalmente, en los espectros de FTIR se observa la desaparición de picos de absorción correspondientes a alcanos, y la aparición de nuevos propios del grupo hidroxilo, lo que sugiere una degradación del ALU.

BIBLIOGRAFÍA

Base de Datos Estadísticos del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, [Consulta, 16.09.2020].
http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/mce_index.html?De=BADE
SNIARN

Enciso-Hernández, E.A. 2018. Caracterización de una celda de combustible microbiana (CCM) para el tratamiento de glicerina residual de la producción de biodiésel. Tesis Profesional. IPN, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas. Zacatecas, México.

Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H., y Stahl, D. A. 2015. *Biología de los microorganismos*. (14ª ed.). PEARSON EDUCACIÓN S.A. P. 158. Madrid, España.

Quiñones-Robles, V. 2020. Evaluación del potencial de degradación de los hidrocarburos de fracción pesada por aislados fúngicos. Tesis Profesional. IPN, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas. Zacatecas, México

Rojo Callejas, F. Consulta, 16.09.2020.
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TablasIR_34338.pdf

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), [Consulta, 16.09.2020]. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap6.html#tema2>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), [Consulta, 16.09.2020]. <http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/residuos/padron/>