

ESTUDIO DE LA DEGRADACIÓN DE LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA MEDIANTE OXIDACIÓN FENTON

Programa de Formación de Vocaciones Científicas
Dpto. de Medio Ambiente y Energía
Laboratorio de Residuos

Aguilar Carrillo Rosa Paola

Asesores:
• M.C. Luis Armando Lozoya Marquez
• I.Q. Guadalupe Kennedy Puentes

Introducción

El relleno sanitario es el método principal utilizado para la eliminación de residuos sólidos. En estos se producen los lixiviados por líquidos generados en la descomposición de la basura y/o lavado de la misma por las aguas de lluvia. Estos líquidos pueden contener sustancias tóxicas y/o cargas orgánicas muy elevadas de algunos parámetros que imposibiliten sus descargas. La composición de los lixiviados tiene una variación dependiente de la temporada y de cada sitio. El problema se genera cuando penetran hasta las aguas subterráneas o al mezclarse con las aguas superficiales; contribuyendo así a la contaminación del suelo y aguas.

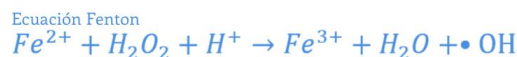
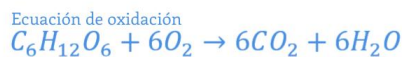
Para medir el grado de contaminación se emplea el índice de biodegradabilidad, el cual compara la demanda química de oxígeno (DQO) con la demanda biológica de oxígeno (DBO), la primera en una oxidación realizada por métodos químicos y la otra por métodos biológicos. Con ambos parámetros podemos conocer el oxígeno necesario para degradar materia orgánica a CO₂. Cuando el índice de biodegradabilidad es >0.5 indica que el compuesto es biodegradable.

Para tratar lixiviados maduros, recalcitrantes y altamente tóxicos la reacción Fenton resulta particularmente apropiada y eficaz, ya que logra una degradación alta de materia orgánica. Las eficiencias reportadas de eliminación de DQO varían desde 45% a 85%.

El propósito de este trabajo es evaluar e implementar un proceso de oxidación Fenton a escala laboratorio de los lixiviados del relleno sanitario de la Ciudad de Chihuahua, para mejorar su biodegradabilidad y prepararlas para un proceso biológico anaerobio que genere biogas.



Índice de Biodegradabilidad
DBO₅/DQO



Metodología



- El muestreo se realizó en el relleno sanitario de la Ciudad de Chihuahua en conjunto con personal operativo de la dirección de servicios públicos del municipio
- Se evaluaron 10 concentraciones diferentes de reactivo Fenton por duplicado. El método que se empleó para optimizar la tasa de adición fue probar dosis arbitrarias, seleccionando óptimas las dosis cuya eliminación de DQO fue mejor.
- El tratamiento FENTON sobre estos lixiviados correspondía a: (1) se ajustaba a un pH 2-3 con ácido sulfúrico concentrado; (2) se agregaba FeSO₄·7H₂O desempeñando el papel de catalizador (por los ciclos entre Fe²⁺ y Fe³⁺); (3) a continuación se agregaba lentamente el peróxido de hidrógeno, para así generar los radicales hidroxilo (-OH) e iniciar una reacción de oxidación en cadena para eliminar la materia oxidable. (4) luego se mezclaba rápida y continuamente durante dos horas a condiciones normales de presión y temperatura. (5) se neutralizaba (a pH 6-9) con una disolución NaOH 5M que llevó el pH, el precipitado de hierro formado se separa por sedimentación y filtración.
- Se determinó el DQO del lixiviado tratado para evaluar la eficacia general mediante el procedimiento propuesto por HACH (HACH company, 2015; Method, 1980), el cual está basado en el método EPA 8000, usando viales de digestión de rango 20 - 1500 mg/L, un digestor HACH COD Reactor 45600-02 y la medición se realizó en un espectrofotómetro UV-Vis HACH DR/4000.

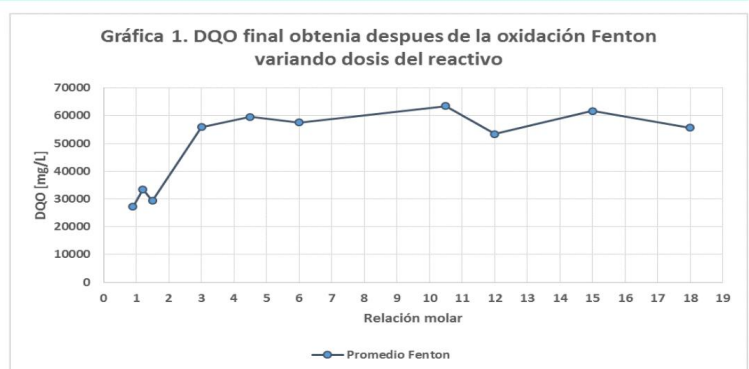
Resultados

Tabla 1. Comparación del registro histórico de parámetros fisicoquímicos de los lixiviados del relleno sanitario de Chihuahua

Parámetro	Unidad	NOM-001-SEMARNAT-1996*	2010 (Chávez)	2013 (Valles)	2016 (servicio CIMAV)	2019 (Verano CIMAV)
DQO	mg/L	30-60	23,200	20,000	34,200	98,500
pH			8.1	8.09	8.36	8.6
DBO5	mg/L	150	955	826		56,850
DBO 5/DBO5			0.04	0.04		0.58

Tabla 2. DQO final después de la reacción Fenton

Relación molar	DQO final promedio [mg/L]	% DQO removido	Relación molar	DQO final promedio [mg/L]	% DQO removido
0.9	27,155	72%	6	57,574	42%
1.2	33,495	66%	10.5	63,492	35%
1.5	29,353	70%	12	53,413	46%
3	55,833	43%	15	61,654	37%
4.5	59,516	40%	18	55,594	44%



Se presentaron varios inconvenientes y/o problemas operacionales que pueden llevar a una menor eficiencia del proceso Fenton en las pruebas de laboratorio:

- El principal problema reportado en la reacción es la formación de espuma debida tanto al CO₂ producido a partir de especies de carbonato a pH ácido como a los agentes espumantes orgánicos en el lixiviado.
- Se requirieron cantidades muy significativas de ácido para ajustar el pH de los lixiviados.

Conclusión y discusión

- Concluimos que para el tratamiento de oxidación Fenton la relación molar óptima para este lixiviado es de 0.9, con la cual obtuvimos un DQO final promedio de 27,155 mg/L. Esto es una remoción del 72.4%. De acuerdo al índice de biodegradabilidad, la disminución obtenida de DQO favorece la biodegradabilidad. Esto garantiza que un tratamiento biológico posterior es factible.
- La cantidad de ácido empleado representa riesgos operativos y problemas de seguridad y corrosión.
- La eliminación del hierro precipitado después del tratamiento es obligatoria y la cantidad generada puede influir en los costos operativos.
- El costo de los reactivos hacen del Fenton un tratamiento caro a comparación de un tratamiento biológico.

Referencias

- Treatment of landfill leachate by the Fenton process. Deng Y., Englehardt J.D. (2006) Water Research, 40 (20), pp. 3683-3694.
- HJH Fenton Oxidación del ácido tartárico en presencia de hierro J. Chem. Soc., 65 (1894), pp. 899-910
- HACH company. (2015). Manual de Analisis de Agua, Segunda Edición en Español.
- Chávez, W. M. (2011). Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Ciudad de Chihuahua, México. Tesis Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental CIMAV en el Departamento de Medio Ambiente y Energía.
- Valles, A. M. (2013). Tratamiento Físicoquímico y Biológico de lixiviados del Relleno sanitario de la Ciudad de Chihuahua, México. Tesis Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental CIMAV en el Departamento de Medio Ambiente y Energía.

