

PROCESOS ELECTROQUÍMICOS DE OXIDACIÓN AVANZADA APLICADOS AL TRATAMIENTO DE AGUA

Flores Mendoza, Ruzaani (1), Peralta Hernández, Juan Manuel (2)

¹ [Ingeniería Ambiental, Universidad de Guanajuato] | [cimryrfm.h@gmail.com]

² [Departamento de Química, DCNE, Universidad de Guanajuato] | [juan.peralta@ugto.mx]

Resumen

Actualmente a nivel mundial existe la lucha entre los recursos naturales finitos y el estilo de vida de consumo incontrolado; desafortunadamente esta lucha empieza a tener una declinación positiva hacia el estilo de vida, transformando en realidad la escasez de agua apta para consumo y uso en ciertas partes del mundo. Uno de sus principales protagonistas ante esta realidad son las industrias textiles, las cuales vierten grandes volúmenes de agua con características fisicoquímicas que perjudican la flora y fauna local, además de que los colorantes son persistentes y no se degradan naturalmente; ante este panorama escalofriante surge la necesidad de crear y ofertar soluciones para evitar llegar a un punto irreversible. El presente reporte muestra el porcentaje de degradación de la mezcla de colorantes anilina Fuscina B y Pardo IGC del agua mediante un sistema bifásico de electrocoagulación y electrooxidación.

Abstract

Currently in the world there is the struggle between the finite natural resources and uncontrolled consumption life style; Unfortunately this struggle begins to have a positive decline towards the lifestyle, in fact transforming the scarcity of water suitable for consumption and use in certain parts of the world. One of its main protagonists to this reality are the textiles, which poured large volumes of water with physicochemical characteristics that are detrimental to the local flora and fauna, that are persistent and do not degrade naturally; faced with this panorama chilling is necessary to create and offer solutions to avoid reaching an irreversible point. This report shows the percentage of deterioration of the mixture of aniline dyes Fuscina B and Pardo IGC of water through a two-phase system of electrocoagulation and electrooxidation.

Palabras clave:

Electrocoagulación, Electro-oxidación, BDD

INTRODUCCIÓN

Efluentes de la industria textil

El sector textil es uno de los principales generadores de contaminantes que se vierten al agua. Esta industria utiliza una gran variedad de sustancias químicas que contaminan el agua de proceso, generando agua residual donde los contaminantes son extremadamente diversos y varían de acuerdo con el tipo de fibra, hilo o tela, proceso o productos químicos usados. La industria textil mexicana se caracteriza por el alto volumen de agua que usa en sus procesos, la cual es contaminada durante la producción de hilos o telas [1].

El color es uno de los indicadores más obvios de la contaminación del agua, y la descarga de efluentes con alta concentración de colorantes sintéticos causa gran daño a los cuerpos receptores de agua [2], por lo cual es necesario un tratamiento antes de ser vertidos.

Colorantes

Los colorantes son retenidos en el sustrato por absorción, retención mecánica o por un enlace iónico o covalente.

Sus moléculas están constituidas por tres grupos funcionales, el cromóforo, que es el grupo responsable de la absorción de fotones, dándole la propiedad de color a la molécula; las auxocromos, responsable de la fijación a la superficie e intensifican el color; y por último el solubilizador, que les da afinidad a solventes diversos y está dado por la presencia de iones como $-\text{SO}_3\text{Na}^+$, $-\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$, $-\text{SO}_2\text{NH}_2$, $-\text{O}^-\text{Na}^+$ [3]

Los colorantes pueden clasificarse según su origen en: Orgánicos e Inorgánicos. [4]

Procesos de Oxidación Avanzada

Actualmente existen una gran variedad de eficaces métodos de oxidación llamados procesos de oxidación avanzada (POA) han sido propuestos para la degradación de compuestos orgánicos tóxicos y/o biorecalcitrantes en aguas residuales.

Entre estas técnicas, los procesos electroquímicos de oxidación avanzada (PEOA) como la electrocoagulación, han recibido una gran atención en la remediación de aguas residuales por su compatibilidad medioambiental, versatilidad, alta eficiencia energética, posibilidades de automatización y la seguridad debido a que operan en condiciones moderadas [5].

Gracias a esto las PEOA se consideran como tecnologías prometedoras y ambientalmente amigables ya que son capaces de electro-generar el radical hidroxilo ($\cdot\text{OH}$), el cual no implica el uso de reactivos químicos dañinos que puedan ser peligrosos para el medio ambiente.

Las velocidades de reacción y las vías de transformación química dependen de la estructura molecular del contaminante, la densidad de corriente aplicada, la composición y geometría del electrodo, del diseño del reactor electroquímico, entre otros factores [6].

Algunas ventajas en la utilización de los PAO son:

- No solo cambian de fase al contaminante (como ocurre en el arrastre con aire o en el tratamiento con carbón activado) si no que lo transforman químicamente.
- Generalmente se consigue la mineralización completa del contaminante.
- Son útiles para contaminantes refractarios que resisten otros métodos de tratamiento, principalmente al biológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales:

- Celda de electrocoagulación
- Reactor tipo filtro prensa
- Placas de aluminio y hierro
- Placa de BDD y Acero Inoxidable
- Bomba
- Fuente de corriente
- Balanza analítica de precisión
- Cronometro

- Medidor multiparámetro de pH
- Agitador magnético
- Matraces de 1 litro y de 500 ml
- Ácido sulfúrico al 20%
- Cloruro de sodio
- Agua destilada
- Colorantes Fucsina Anilina B y Pardo anilina IGC
- Hidróxido de sodio

Metodología:

Preparación de soluciones con ambos colorantes a concentraciones de 200 ppm y 600 ppm; con pH de 9.4.

Electrocoagulación

Las electrolisis se llevaron a cabo en un reactor rectangular y dividido con capacidad de 1 L de solución de la mezcla de anilinas Fucsina B y Pardo IGC. El reactor está compuesto de NaylamidR con 5 ánodos de Fierro o Aluminio y 4 cátodos del mismo material.

Electrooxidación

El sistema se llevó a cabo en un reactor tipo filtro prensa con un ánodo de BDD y cátodo de acero inoxidable ambos colocados al extremo y divididos por una malla de NaylamidR para potenciar la turbidez en el agua.

En ambos sistemas la corriente aplicada fue de 2 Amperes y la recirculación del fluido se dio mediante una bomba.

Se tomaron muestras cada 5 minutos durante una hora, se dejaron sedimentar para su posterior lectura en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 450 nm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistemas bifasico redujo el volumen de lodos a un 60% sin embargo la degradacion de los colorantes no aumento tal como se esperaba, esto se puede dar debido a que despues de la electrocoagulacion la generación de hidróxidos y

super hidroxidos no pueden ser degradados por la electrooxidación debido a dos posibles factores:

1. No existe un contacto homogéneo con el ánodo de BDD
2. Funcionaria mejor provocar primero la electrooxidación y posteriormente la electrocoagulación para evitar los hidroxidos y super hidroxidos.

En las graficas a y b se observa que el sistema funciona mejor con placas de hierro tanto a una concentración de 200 ppm como a 600 ppm sin embargo los resultados se asemejan a los obtenidos solo por la electrocoagulación.

Para tener un panorama mayor sobre el rendimiento de cada fase, se montaron los sistemas por separado y se procedio a tomar muestras cada 5 minutos en la electrocoagulación y cada 2 minutos en la electrooxidación debido a que la segunda fase presentó mejores resultados en menor tiempo.

Los resultados obtenidos se muestran en las graficas c, d , e y f en donde sobresale que la electrooxidación por si sola obtiene mejores resultados en menor tiempo.

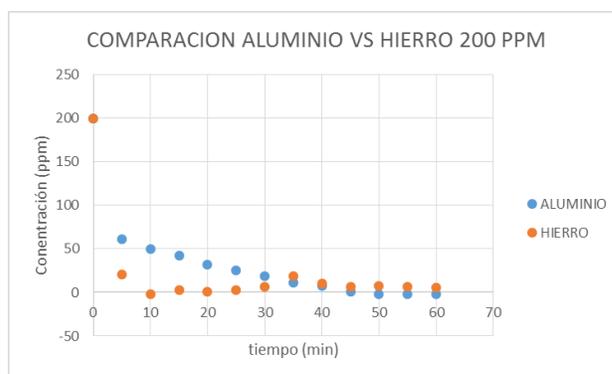


IMAGEN a: comparación de rendimiento de degradación de los colorantes en el sistema bifásico con placas de Hierro y Aluminio a concentraciones de 200 ppm

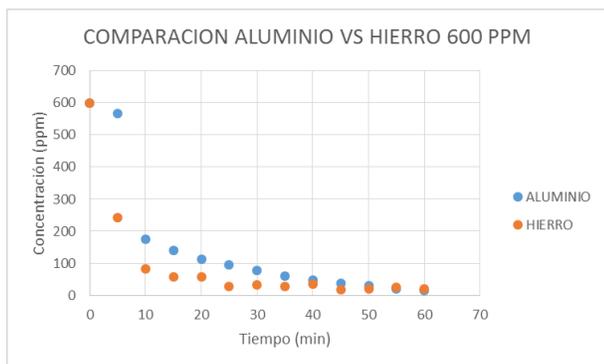


IMAGEN b: comparación de rendimiento de degradación de los colorantes en el sistema bifásico con placas de Hierro y Aluminio a concentraciones de 600ppm

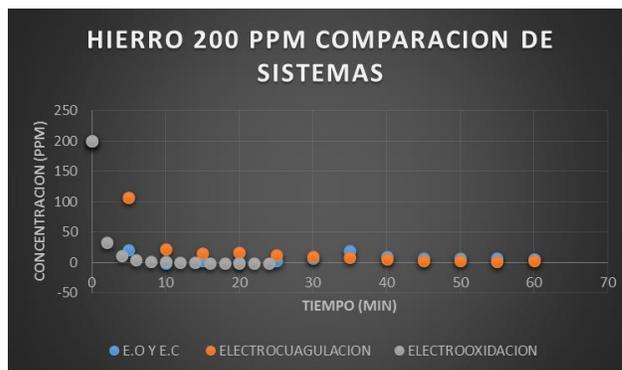


IMAGEN e: comparación de rendimiento de degradación de los colorantes en los diferentes sistemas.

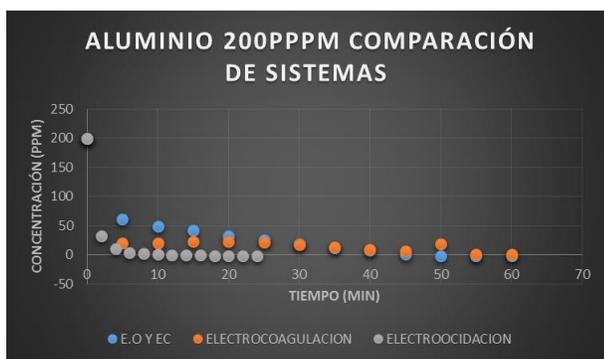


IMAGEN c: comparación de rendimiento de degradación de los colorantes en los diferentes sistemas.

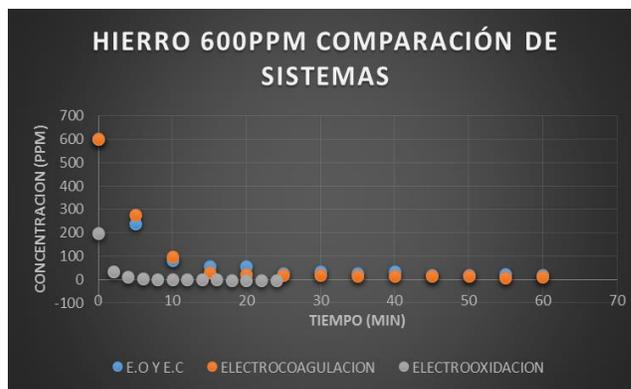


IMAGEN f: comparación de rendimiento de degradación de los colorantes en los diferentes sistemas.

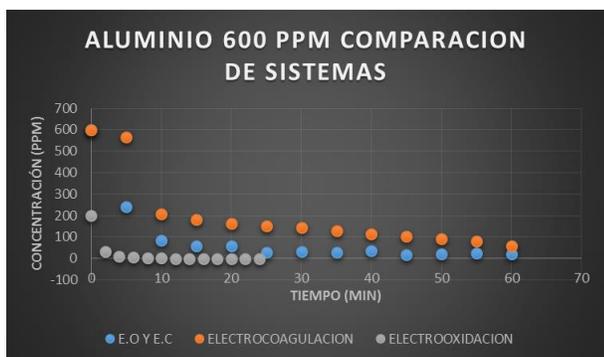


IMAGEN d: comparación de rendimiento de degradación de los colorantes en los diferentes sistemas.

CONCLUSIONES

El sistema bifásico no tiene un mejor rendimiento respecto a los sistemas separados como la electrocoagulación o la electrooxidación.

Entre ambos sistemas la electrooxidación degrada la mezcla de colorantes hasta un 98% en 10 minutos este mismo resultado se obtiene hasta los 55 minutos con la electrocoagulación; sin embargo, para lograr la intensidad de amperaje óptima para los resultados de la electrooxidación se necesita agregar mayor cantidad de electrólito y eso representa una mayor inversión siendo no viable económicamente.

Por ello se propone hacer pruebas con el sistema bifásico en orden de primero electrooxidación y

después electrocoagulación en un sistema continuo.

Hasta ahora no es aplicable a una escala mayor ya que el diseño del reactor no es replicable a tal escala.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, sobre todo a mi madre, quien en la lejanía me impulsa a seguir adelante, gracias por creer en mí, por el apoyo emocional y económico; los amo y extraño.

Mis agradecimientos totales a la Universidad de Guanajuato y puntualmente al Doctor Juan Manuel Peralta Hernández; sin su aceptación no habría sido posible la entrada a este mundo de la investigación científica en el área de electroquímica.

A Martín gracias por la paciencia, las asesorías, por confiar en mí y sobre todo por ser mi guía durante la estancia; eres una gran persona te llevare presente.

A Leo, Oscar, Carlos, Giovanni, Zhrada y Mauricio gracias por todo lo compartido los echare de menos.

REFERENCIAS

[1] Comisión Nacional del Agua (2011). Estadísticas del agua en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

[2] Nawar S.S. y Doma H. S. (1989). Removal of dyes from effluents using low cost agricultural byproducts, (pp.271-279), Science total Environ.

[3] Marcano, D., (1990) Introducción a la Química de los Colorante, Editorial Reverte, Caracas Venezuela.

[4] Robinson, T., McMullan, G., Marchant, R., Nigman, P., (2001) Remediation Of Dyes In Textile Effluent: A Critical Review On Current Treatment Technologies With A Proposed Alternative Bioresource Technology, (pp. 247-255)

[5] Borràs, N., Arias, C., Oliver, R. y Brillas, E. (2011) "Mineralization of desmetryne by electrochemical advanced oxidation processes using a boron-doped diamond anode and an oxygen-diffusion cathode", Chemos, (pp. 85, 1, 1167-1175).

[6] Fabiola Martínez Navarro (2007). "Tratamiento de aguas residuales industriales mediante Electrocoagulación y Coagulación convencional". Universidad de Castilla-la Mancha facultad de Ciencias Químicas. (pp, 24,25)