



c i d e t e q

CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
EN ELECTROQUÍMICA, S.C.

REGENERACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO CON TOLUENO
ADSORBIDO A TRAVÉS DE LA GENERACIÓN
ELECTROQUÍMICA IN SITU DEL REACTIVO FENTON

Tesis

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

*Maestro en Ciencia y Tecnología
en la Especialidad de Ingeniería Ambiental*

PRESENTA

Jennifer Alexis Bañuelos Díaz



Santiago de Querétaro, Qro., México. Diciembre del 2011.



Dr. Juan Manríquez Rocha
Coordinador de Estudios de Posgrado
PICYT – CIDETEQ
Querétaro

Los abajo firmantes, miembros del Jurado del Examen de Grado de la alumna JENNIFER ALEXIS BAÑUELOS DÍAS, una vez leída y revisada la Tesis titulada "REGENERACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO CON TOLUENO ADSORBIDO A TRAVÉS DE LA GENERACIÓN ELECTROQUÍMICA *IN SITU* DEL REACTIVO DE FENTON", aceptamos que la referida tesis revisada y corregida sea presentada por la alumna para aspirar al grado de Maestro en Ciencia y Tecnología en la opción terminal de INGENIERIA AMBIENTAL durante el Examen de Grado correspondiente.

Y para que así conste firmó la presente el II del mes de Octubre del año dos mil Once

Dr. Alfonso Durán Moreno
Presidente

Dr. Roberto Contreras Bustos
Secretario

Dr. Francisco J. Rodríguez Valadez
Vocal

Dr. Luis Arturo Godínez Mora-Tovar
Vocal

M. en C. Esteban Torres Peña
Vocal

ABSTRACT

The present researching work reports the results obtained by the study of the regeneration a granular activated carbon (GAC) saturated with an organic compound, employing in situ electrochemical generation of Fenton's reagent.

To achieve this aim a tubular reactor was used with recirculation upstream, employing a three electrodes configuration, using the GAC saturated with toluene as cathode, and titanium mesh coated with platinum as anode and finally Ag / AgCl saturated with NaCl 3 M as reference electrode.

Operating conditions: a potential of -900 mV vs Ag / AgCl was applied to the GAC where the mass of carbon was 1 gram. The anode was placed separately through a capillary. The volume of treated water was 10 ml in each experiment with successive additions of 0.007823 mMol / ml of toluene each 45 minutes and the polarization time between each addition was 1 hour. The experiments were performed with iron in solution and iron supported on an ion exchange resin.

Transformation of the organic compound present in solution was followed by UV-Visible and Total Organic Carbon to test the regeneration of GAC. Adsorption tests were made before and after of applying the electrochemical treatment.

The results revealed that it is possible electrogenerated hydrogen peroxide employing a granular activated carbon as cathode, which was regenerated using Fenton's reagent prepared in situ, seeing reflected in the recovery of its adsorption capacity. In the last test, after of three cycles of treatment, GAC had regeneration efficiency of 99.05%.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación reporta los resultados obtenidos en el estudio de la regeneración de carbón activado granular saturado con un compuesto orgánico, a través de la generación electroquímica in situ del reactivo de Fenton.

Para conseguir dicho objetivo se empleó un reactor tubular de flujo ascendente con recirculación compuesto de tres electrodos, utilizando como cátodo al mismo carbón activado granular saturado con tolueno, como ánodo una malla de titanio recubierta con platino y finalmente el electrodo de referencia de Ag/AgCl saturado con una solución de NaCl 3 M.

Las condiciones de operación consistieron en un potencial aplicado al carbón activado granular de -900 mV vs Ag/AgCl, siendo la masa del carbón de 1 gramo . El ánodo se colocó por separado mediante un capilar. El volumen de agua tratada fue de 10 mL en cada experimento con adiciones sucesivas de 0.007823 mM/ml de tolueno cada 45 minutos y el tiempo de polarización entre cada adición fue de 1 hora. Los experimentos se realizaron con hierro presente en solución y con hierro soportado en una resina de intercambio iónico.

Para comprobar la regeneración del carbón activado granular se siguió la transformación del compuesto orgánico presente en solución mediante UV-Visible y Carbono Orgánico Total, realizando pruebas de adsorción antes y después de aplicar el tratamiento electroquímico.

Los resultados revelaron que es posible electrogenerar peróxido de hidrógeno empleando el carbón activado granular como cátodo. Además se logró regenerarlo mediante el reactivo de Fenton preparado in situ viéndose reflejado en la recuperación de su capacidad de adsorción. En la última prueba después de ser utilizado tres ciclos de tratamiento se obtuvo una eficiencia de regeneración de 99.05%.



El siguiente trabajo fue realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C. bajo la dirección de

Dr. Luis Arturo Godínez Mora - Tovar

*TOD LO QUE SOY ES GRACIAS A TI.
CON EL AMOR MÁS SINCERO Y LA
ADMIRACIÓN MÁS GRANDE, OFRENDO
COMO OLOR FRAGANTE TODO EL
ESFUERZO INVERTIDO EN ESTOS DOS
AÑOS DE MAESTRÍA. ¡GRACIAS!
JEHOVÁ DE LOS EJÉRCITOS.*

El hombre se acerca cada vez más a un cumplimiento completo de esa gran misión que ha de realizar en este mundo. Su razón de ser creado a imagen y semejanza de Dios, tiene que usarla para descubrir las leyes por las que el Todo Poderoso gobierna su creación, y así conquistan la naturaleza para su bienestar; siendo la razón entonces un instrumento divino.

AGRADECIMIENTOS

A Quién fue, es y será lo más importante en mi vida, al que ocupa el trono de mi corazón. ¡Mi Señor y Salvador Jesucristo!

A la persona que me ha dado todo sin escatimar ni pedir nada a cambio, a la que sonrío cuando yo sonrío y llora cuando yo lloro, al ángel que Dios puso para cuidarme, cada enseñanza de vida tuya me ha traído hasta aquí. ¡Te amo Mamita!

No sería la persona que soy hoy si no fuera por todos tus consejos y tu experiencia compartida. No puedo imaginar una mejor tita para mí que Tú.

Has sido mi apoyo en todo momento. ¡Bendita seas abuelita Delia!

A la familia maravillosa que Dios me prestó , cada uno de ustedes han sido pilares importantes para lograr mi crecimiento.

A mi grupo de trabajo integrado por el Dr. Luis Godínez, Dr. Francisco Rodríguez, Dr. Juan Manríquez , Dr. Luis Ortiz y compañeros de posgrado por sus valiosos comentarios y su tiempo dedicado en cada reunión .

A mis sinodales por concederme un espacio de su tiempo para la mejora de ésta tesis. ¡Gracias Dr. Luis Godínez, Dr. Alfonso Durán , Dr. Roberto Contreras , Dr. Francisco Rodríguez y M. en C. Esteban Torres!

Gracias al Dr. Luis Arturo Godínez Mora-Tovar , porque sin todas sus enseñanzas en el mundo de la ciencia y sin las buenas pláticas en donde se convertía como atinadamente me lo decía, en mi Doctor Corazón , no hubiese sido posible la realización de esta tesis. ¡Lo admiro y respeto muchísimo!

Al Dr. Raúl Ortega Borges por alegrarme cada mañana con su Dios le bendiga hermana y sus deliciosos chocolates.

Al CIDETEQ por haberme aceptado y dado con esto la oportunidad de conocer el exquisito mundo de la investigación, así como al CONACYT por el apoyo financiero para la realización de mis estudios de maestría.

A mis hermanitas aunque no de sangre pero si de corazón Mayra Sofia García Rodríguez y Blanca Patricia López de la Garza , son las mejores amigas que puedo tener . No importa la distancia ni el tiempo , siempre juntas.

A Walter Noé Velázquez Arjona y Adriana Franco Pérez , personitas que me han acompañado en esta aventura desde la carrera profesional. ¡Gracias por seguir a mi lado después de tanto tiempo!

Gracias a Minerva Guerra , a Juan Carlos Ballesteros y Juan de Dios Galindo por ser parte de tan lindos momentos al comenzar mi vida en Querétaro.

A Julio César Cruz Arguello por toda la disposición y el apoyo brindado al principio de la Maestría nunca voy a olvidarte amigo.

A tres amigos que sé puedo contar con ellos en cualquier lugar, en cualquier momento y a cualquier hora. ¡Gracias Ángel Lagunas , Gabriel Ramírez Barajas y Luis Fernando!

A todos mis hermanitos en Cristo, gracias a ustedes porque cada vez que sentía querer volver atrás estuvieron ahí para renovar mis fuerzas y elevar una oración al cielo. En especial a los que integran esas excelentes reuniones de los jueves (Mary Cruz, Débora , Wiliams , Israel, JuanCarlos) y a los roomie s.

No puedo dejar de mencionar a mis amigos los fantásticos, se han convertido en tan poco tiempo en parte fundamental de mi vida , agradezco infinitamente a Dios por permitirme conocerlos: Josué Chavero , Eric Altamira , Manuel, Santana , Nelly Reséndiz y Hazel Boyzo.

A mi madre María Concepción Pérez Vega (+) sigues y seguirás estando en mi corazón por siempre; pronto nos veremos.

Y finalmente pero no menos importantes, a mis dos mejores amigos, a estas dos personitas que Dios puso a mi lado a lo largo de la Maestría, de las cuales he aprendido una y mil cosas, hemos crecido juntos tanto en lo profesional como en lo espiritual, sin más palabras; simplemente ¡Gracias por cada momento único e irreplicable Paloma Ambros y Andrés Déctor!

Esta página fue eliminada debido a que su contenido es información clasificada como confidencial de acuerdo con el Artículo 113 Fracción II de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.