



c i d e t e q

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

“DEGRADACIÓN DEL ANTIINFLAMATORIO DICLOFENACO EN  
MEDIO ACUOSO MEDIANTE ELECTRO-OXIDACIÓN Y  
ELECTRO-FENTON: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE  
OPERACIÓN Y ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN”

# Tesis

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

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

P R E S E N T A

I.Q. Oswaldo Romero Espinoza



Santiago de Querétaro, Qro., México, octubre del 2022.



**Este trabajo fue realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), bajo la dirección**

**Dra. Carolina Martínez Sánchez**

**Co-asesora:**

**Dra. Irma Robles Gutiérrez**

## Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación de los parámetros de operación de electro-oxidación y electro-Fenton para la degradación de diclofenaco en un reactor con recirculación utilizando telas de grafito como electrodos con el objetivo de encontrar las mejores condiciones de operación para lograr altos porcentajes de degradación del fármaco diclofenaco. Los parámetros evaluados fueron: voltaje aplicado, concentración de electrolito soporte, concentración inicial de diclofenaco, velocidad de flujo y cantidad de resina cargada con hierro. Se evaluaron estos parámetros en una solución acuosa formada por agua desionizada y posteriormente en agua residual sintética con el fin de conocer el posible comportamiento en un agua real. En la primera parte del trabajo se encontró que mediante el proceso de electro-oxidación la degradación y mineralización del diclofenaco fue mayor en la solución acuosa obteniéndose 71.4 % y 43 %, respectivamente, mientras que en agua residual sintética fue de 60 % y 19 %, respectivamente. En la segunda parte se evaluó la degradación de diclofenaco por electro-Fenton en donde ocurrió un comportamiento contrario al mostrado en electro-oxidación ya que la degradación y mineralización fue mayor en agua residual sintética obteniéndose 92 % y 81.8 %, respectivamente y en solución acuosa 83.7 % y 79.8 %, respectivamente. La eficiencia de las telas de grafito empleadas como electrodos, disminuyó alrededor del 10 % después de 5 ciclos de tratamiento continuo en un proceso electro-Fenton, este resultado se complementó con la caracterización de tela de grafito utilizada como ánodo por microscopia electrónica de barrido y espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier para conocer las posibles alteraciones generadas después de su uso continuo. En la tercera parte del trabajo se realizó un análisis comparativo entre electro-oxidación y electro-Fenton, encontrándose una diferencia significativa en cuanto a eficiencia (66 %) y velocidad de degradación (4 veces más grande) entre ambos procesos. En cuanto al consumo de energía y constantes de velocidad de degradación calculadas para ambos procesos, se encontró que están dentro del orden de las reportadas en la literatura, por lo que estos sistemas son una buena alternativa para el tratamiento de este tipo de contaminantes emergentes.

## Abstract

This paper presents the results of the evaluation of the electro-oxidation and electro-Fenton operating parameters for the degradation of diclofenac in a recirculating reactor using graphite cloths as electrodes with the aim of finding the best operating conditions for diclofenac. achieve high percentages of degradation of the drug diclofenac. The parameters evaluated were: applied voltage, support electrolyte concentration, initial concentration of diclofenac, flow rate and amount of resin loaded with iron. These parameters were evaluated in an aqueous solution formed by deionized water and later in synthetic wastewater in order to know the possible behavior in real water. In the first part of the work, it was found that through the electro-oxidation process, the degradation and mineralization of diclofenac was greater in the aqueous solution, obtaining 71.4 % and 43 %, respectively, while in synthetic wastewater it was 60% and 19 %, respectively. In the second part, the degradation of diclofenac by electro-Fenton was evaluated, a behavior contrary to that shown in electro-oxidation occurred, since the degradation and mineralization was higher in synthetic wastewater, obtaining 92 % and 81.8 %, respectively, and in aqueous solution 83.7% and 79.8 %, respectively. The efficiency of the graphite cloths used as electrodes decreased around 10 % after 5 cycles of continuous treatment in an electro-Fenton process, this result was complemented with the characterization of the graphite cloth used as anode by scanning electron microscopy and Fourier transform infrared spectroscopy to know the possible alterations generated after its continuous use. In the third part of the work, a comparative analysis was carried out between electro-oxidation and electro-Fenton, finding a significant difference in terms of efficiency (66 %) and degradation speed (4 times greater) between both processes. Regarding the energy consumption and degradation rate constants calculated for both processes, it was found that they are within the order of those reported in the literature, so these systems are a good alternative for the treatment of this type of emerging contaminants.