

ESTUDIO DE LA FOTODEGRADACION CATALITICA DEL ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOAXIACETICO USANDO CATALIZADORES DE CeO_2-ZnO

Mora Ramírez Jessica (1) Martínez Gómez Claudia (2)

¹[Estudiante de la Lic. en Químico Farmacéutico Biólogo; Universidad de Guanajuato; Departamento de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas] | [jess_moramirez@outlook.es]

²[Universidad de Guanajuato, Departamento de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato] | [claudia.martinez@ugto.mx]

Resumen

En este trabajo se realizó un tratamiento térmico de los catalizadores utilizados para su precisa obtención, seguido de un estudio de fotodegradación catalítica del ácido 2,4-DICLOFENOXIACÉTICO (2,4-D) herbicida usado en el control de malezas de hoja ancha causante de algunas alteraciones en la salud del ser humano cuando se expone a dicho producto, al cual se le aplicó una fotocatalisis heterogénea con el fin de llegar a la mínima concentración o degradación total de 2,4-D en solución. La caracterización de los materiales se hizo mediante el uso de las técnicas de Difracción de rayos X y Espectrofotometría UV-VIS donde esta segunda técnica sirvió de apoyo para llevar a cabo un análisis del 2,4-D degradado con respecto a la concentración inicial, para esto se utilizaron materiales de CeO_2-ZnO a concentraciones de 0.5%, 1.5%, 2.5% y como referencia CeO_2 puro. Midiendo de esta manera la actividad catalítica del catalizador utilizado y así determinar su actividad optima a la cual actúa con mayor eficacia.

Abstract

In this work a thermal treatment of the catalysts used for its precise obtaining was carried out, followed by a study of catalytic photodegradation of the 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (usually called 2,4-D), herbicide used in the control of broadleaf weeds causing some alterations in the health of the human being when exposed to said product, to which a heterogeneous photocatalysis was applied in order to reach the minimum concentration or total degradation of 2,4-D in solution. The characterization of the materials was done through the use of X-ray diffraction and UV-VIS spectrophotometry techniques, where this second technique was used to carry out a 2,4-D degraded analysis with respect to the initial concentration, for this, CeO_2-ZnO materials were used at concentrations of 0.5%, 1.5%, 2.5% and as a reference pure CeO_2 . Measuring in this way the catalytic activity of the catalyst used and determining its optimal activity to which it acts with greater efficiency.

Palabras
Clave

Fotodegradación catalítica, ácido 2,4-Diclofenoxiacético, CeO_2-ZnO

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la necesidad de preservar el medio ambiente ha llevado a la búsqueda de nuevos métodos para la eliminación eficiente de los compuestos químicos que alteran la estabilidad de nuestros recursos naturales. Entre estos recursos se destaca en primer lugar el agua como un bien preciado y escaso; ya que la contaminación del agua es un hecho de gran importancia debido a que los contaminantes pueden acumularse y transportarse tanto por las aguas superficiales como subterráneas para las cuales la fuente principal de daño son las aguas residuales municipales e industriales [1]. Las aguas residuales son aquellas que contienen algún compuesto tanto orgánico como inorgánico que cambien ya sea su color, olor, sabor y otras características físicas y químicas. Estas resultarían fabricadas por las personas ya que al usar el agua formarían estas malformaciones en el líquido ya sea al usarla en diversos procesos en la industria o simplemente con el uso diario que se le da en cualquier casa. Un ejemplo es el caso de las aguas residuales generadas en la agricultura, debido al abuso de los agroquímicos entre los cuales se encuentran los herbicidas ya que en su mayoría tienen un promedio de vida residual de 30 años. Esto quiere decir que las plantas sólo aprovechan un poco, y lo que queda en el suelo es filtrado por efecto de la lluvia hasta que llega a los mantos acuíferos donde comienza su acumulación y así a conformar parte del ciclo del agua. El agua subterránea es un recurso natural vital para el suministro económico y seguro del agua potable en el medio urbano y rural, ya que juega un papel fundamental en el bienestar del ser humano y de muchos ecosistemas acuáticos, razón por la cual existe una gran necesidad de llevar a cabo prácticas destinadas a proteger la calidad natural del agua subterránea.

El tratamiento de los residuos líquidos puede ser un problema muy complejo debido a la gran variedad de químicos y sus niveles de concentración, pero gracias a investigaciones realizadas acerca de los efectos de ciertos contaminantes que provocan impactos negativos al ambiente y, por consiguiente, a la salud humana se han generado nuevas tecnologías con el fin de darle solución a este problema, ya sean la coagulación, sedimentación, floculación, filtración, la desinfección y la degradación a diferentes partes del proceso; entre las cuales el tratamiento de fotocatalisis, presenta una ventaja sobre las técnicas comúnmente utilizadas dado que es una reacción que implica la combinación de la fotoquímica con la catálisis. Por su parte, la fotocatalisis **Ilustración 1.** Consiste en la destrucción de los contaminantes mediante el empleo de radiación y catalizadores con el objeto de formar radicales hidroxilo OH^* , los cuales posteriormente tendrán un efecto oxidante sobre los contaminantes químicos. En este proceso la oxidación tiene lugar directamente en la superficie de la partícula que se utiliza como catalizador o semiconductor sin que este sufra cambios químicos [2]. Es importante destacar que este proceso es viable, ya que posee un bajo costo e igualmente es sostenible debido a que los catalizadores utilizados son relativamente económicos y no tóxicos [3].

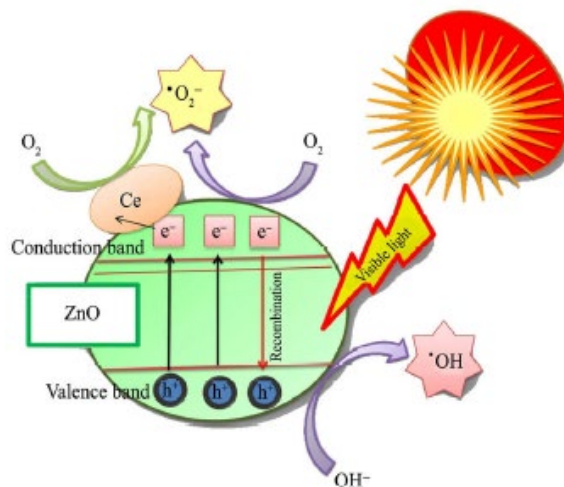


ILUSTRACIÓN 1. Diagrama del proceso de Fotocatalisis [4].

En esta investigación, se llevó a cabo el estudio de la fotodegradación catalítica del 2,4-D (abreviatura de ácido 2,4-diclorofenoxiacético) que se presenta en forma de sal de amonio (amina) o de éster, usando catalizadores de CeO₂-ZnO, con el fin de llevar a cabo la rotura de moléculas de 2,4-D siendo este el tercer herbicida más ampliamente utilizado en Norteamérica Ilustración 2. y el más usado en el mundo para el control de malezas de hoja ancha en trigo, maíz, arroz, entre otros cereales, debido a su capacidad para controlar las especies dicotiledóneas.

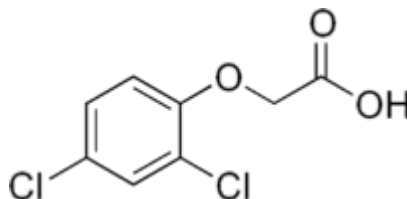


ILUSTRACIÓN 2. Molécula del 2,4-ácido diclorofenoxiacético

A pesar de los grandes usos que este tipo de herbicida aporta, varias investigaciones realizadas han sugerido la existencia de una asociación entre la exposición de 2,4-D y dos tipos de cáncer en lo seres humanos; sarcomas de partes blandas y linfomas no hodgkinianos generados tras la exposición ocupacional durante la fabricación y aplicación, mientras que la población en general puede estar expuesta a través de los alimentos, el agua, el polvo, el uso residencial, y durante la fumigación [2].

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un método de impregnación vía húmeda para sintetizar los catalizadores de CeO₂ y Zn-dopado (CZO) utilizando acetilacetato de zinc hidratado (C₁₀H₁₄O₄ · xH₂O) como material de partida y óxido de cerio (CeO₂) como fuente de dopaje. Para la preparación de los catalizadores se partió de una disolución de las cantidades determinadas de CeO₂ en 50 mL de agua desionizada en agitación a temperatura ambiente hasta homogenización y así ser adicionado el Zn. Se calentaron a 60 °C hasta evaporación completa del agua desionizada (Eliminación del exceso de disolución) durante aproximadamente 4 hrs para favorecer el crecimiento de las partículas. El secado de todos los sólidos se realizó en estufa a 60°C y posteriormente fueron calcinados a 400°C durante 4 horas. Para su identificación, las muestras de ZnO preparadas con Ce con una concentración de 0.5, 1.5% y 2.5 % en peso fueron nombrados como CZ0.5, CZ1.5, CZ2.5, CZ0 respectivamente siendo la cuarta muestra nuestra referencia.

Difracción de rayos X

En los patrones de difracción se observan los picos característicos para ambos materiales, también se observa que a medida que aumenta el contenido de Zn los picos de este se intensifican. **Ilustración 3**

Evaluación fotocatalítica

La evaluación fotocatalítica de los materiales calcinados se llevó a cabo en un reactor de vidrio tipo Batch usando 200mL de una solución de 2,4-D con una concentración de 40 ppm de catalizador y una lámpara de UV sumergida en la solución como fuente de irradiación.

La degradación del 2,4-D se midió tomando muestras de la solución cada hora, para así ver los cambios en la solución inicial [5]. La evolución de la fotodegradación se siguió con ayuda de la banda de absorción del 2,4-D en 279nm con un espectrofotómetro Shimadzu UV-2401 PC **Ilustración 4.**

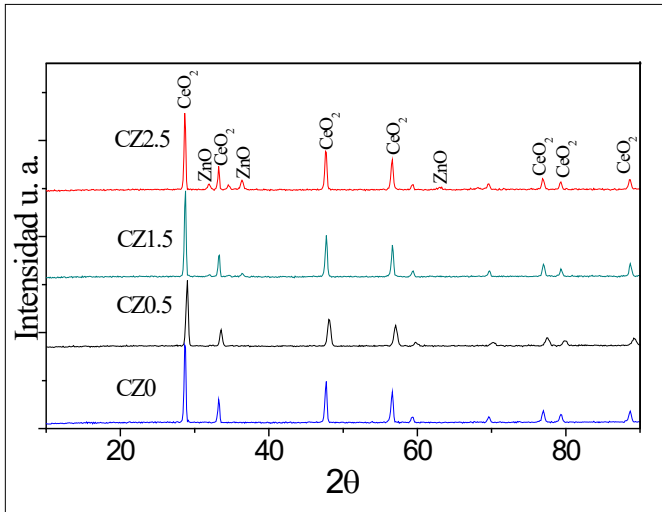


ILUSTRACIÓN 4. Patrones XRD de muestras CZO (0% Zn, 0.5% Zn, 1.5% Zn, 2.5% Zn)

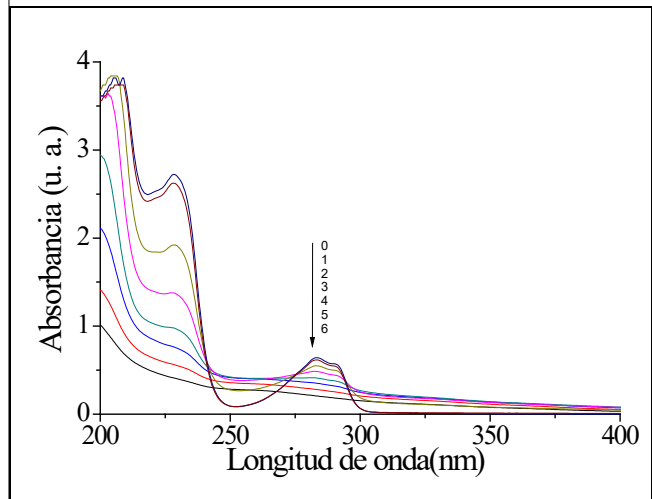


ILUSTRACIÓN 3. Espectro de absorción UV-Vis para muestra pura y CZO ampliados de la región de 200 -400 nm

RESULTADOS Y DISCUSION

Difracción de rayos X

La **Ilustración 3.** Muestra los patrones de XRD de los materiales. En estos se observa una excelente cristalinidad y la presencia de los picos típicos correspondientes a la estructura de hidróxidos dobles en capas. Puede ser observado, mostrando que la presencia de Zn en las muestras no modifica el empaque cristalino en capas. La intensidad de los picos aumenta con el contenido de zinc, alcanzando un máximo en la muestra de CZ2.5% y disminuyendo a un contenido más alto de zinc (CZ0.5%).

Actividad fotocatalítica

Antes de la prueba fotocatalítica, la suspensión se mantuvo en la oscuridad para lograr el equilibrio adsorción-desorción. En cuanto a la capacidad de adsorción, estaba aumentando con la presencia de zinc en las muestras, alcanzando un máximo. Al llevar el análisis en el espectrofotómetro se tomó en cuenta la alícuota de la solución madre (2,4-D 40 ppm) para tomar una comparativa de la concentración inicial y la final al agregar el catalizador para de esta manera corroborar la efectividad de los materiales utilizados.

CONCLUSIONES

La integración del zinc en la estructura del CeO durante la síntesis por impregnación vía húmeda produce una variación en las propiedades fotocatalíticas de estos materiales. El comportamiento en la fotodegradación y mineralización del 2,4-D fue altamente mejorado en la muestra con un contenido de zinc del 1.5%.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a mi asesora, la Dra. Claudia Martínez Gómez, por su apoyo incondicional a lo largo de toda la realización del proyecto de investigación dentro de los Veranos UG, que además de ser una excelente asesora, maestra y profesional, es más bien una gran amiga y un ser humano sin igual. Así mismo al Dr. Ramón Antonio Zarraga Nuñez, por su apoyo a lo largo de la experimentación, así como las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto. Y por último también se agradece a cada de una de las personas aportaron una o varias muestras para la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD -OMS. El uso de aguas residuales. [online]. Suiza: OMS, 2010. [Citado 20/Julio/2018].
- [2] WOOD, Dark y NISCHAL, Maniar. Calentamiento Global. [online]. España: Calentamiento Global, 2010. [Citado 21/Julio/2018]. Disponible en: <http://calentamientoglobalclima.org/>.
- [3] Caballero Suárez, L.M. Introducción a la catálisis heterogénea. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- [4] UNAL. Aplicaciones químicas de la radiación solar. [online]. Colombia: UNAL, 2005. [Citado 07/Marzo/2010]. Disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/arauca/87061/figuras/Figura%2066.GIF>.
- [5] GIL PAVAS, Edison. Fotocatálisis: una alternativa viable para la eliminación de compuestos orgánicos. En: Universidad EAFIT. 2002. Vol. 127, p. 59 – 64.