



# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA

## UNA ALTERNATIVA PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES

Paula Roncero, María Salas, Lucía Vilchez, Pablo Moreno y Daniel García

### INTRODUCCIÓN

Desde que comenzó el desarrollo de la industria química, se calcula que se han diseminado en el medioambiente unas 100.000 sustancias (1.000 nuevas cada año). Según la ONU cada día 2 millones de litros de agua residuales desembocan en aguas del mundo contaminándolas.

Para resolver esta problemática se investigan nuevos métodos como los que se estudian actualmente en la Facultad de Ciencias de la UGR, más específicamente en el departamento de Ingeniería Química.

Este método utiliza la fotocatalisis para eliminar residuos nocivos en el agua. Es un proceso sostenible y eficiente.

Es sostenible porque elimina contaminantes que afectan de forma pasiva y directa a nuestra salud.

Es eficiente por la producción, al mismo tiempo, de compuestos de alto valor añadido.

### OBJETIVO

Evaluar la actividad fotocatalítica usando como contaminante modelo alcohol bencílico y utilizando un reactor tubular con una lámpara ultravioleta, obteniendo un producto de alto valor añadido (benzaldehído).

### PREPARACIÓN DEL MATERIAL CATALÍTICO



Calcinación: 580°C  
Duración: min 2h

De melamina a g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>



### METODOLOGÍA

#### 1. EXPERIMENTOS CATALÍTICOS Y SISTEMA DE REACCIÓN

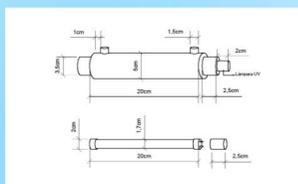
Para comenzar este proceso fotocatalítico lo primero que se ha realizado es una suspensión usando un catalizador en este caso el g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> conocido como nitruro de carbono gráfico.

Después el contenedor con la mezcla es puesto encima de la placa del agitador que utiliza un campo magnético para mezclar de manera automatizada un solvente y uno o más solutos.

A continuación la mezcla pasa a la bomba peristáltica que dirige la disolución hacia el reactor y allí se produce el proceso fotocatalítico.

El vidrio del reactor está encaquetado, es decir, tiene un espacio anular (Sistema encaquetado) para que se mantenga constante la temperatura de la reacción.

Para seguir el avance de la reacción se van recolectando muestras cada 30 min. para su posterior análisis utilizando un sistema de cromatografía líquida (HPLC).



Dimensiones del reactor fotocatalítico

#### 2. ANALÍTICA Y CARACTERIZACIÓN DEL CATALIZADOR

El aparato utilizado para estudiar la reacción en este proceso fotocatalítico es un HPLC que es útil para el análisis de líquidos. Se utiliza como fase móvil agua y ácido nítrico.

En la columna por la que pasa el líquido la concentración va variando dependiendo del momento en que analizamos las muestras.

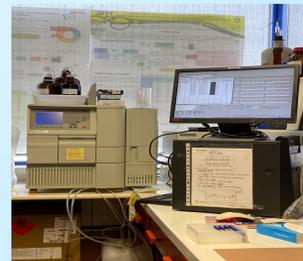
Lo que queremos comprobar con este resultado es ver como el alcohol disminuye porque es el reactivo y el aldehído aumenta porque es el producto.

Los picos que aparecen en el ordenador son los que van confirmando los resultados, la medida del área de estos picos nos indica la concentración durante la reacción.

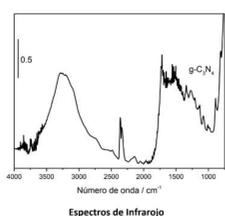
Mediante esta técnica se observó que a medida que avanzaba el tiempo disminuía la intensidad del pico asociado al reactivo y aumentaba la señal asociada al producto.

Mediante la técnica de infrarrojos se identifican los enlaces que se forman entre compuestos. De esta forma, se pudo comprobar que el material preparado tenía la estructura del g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.

Utilizando la técnica de Difracción de Rayos X, se identificaron también los picos característicos del g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.

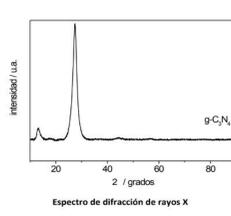


### CONCLUSIONES



Espectros de Infrarrojo

De los espectros de infrarrojos se puede ver varias bandas algunas que se identifica de la estructura de nitruro de carbono gráfico.

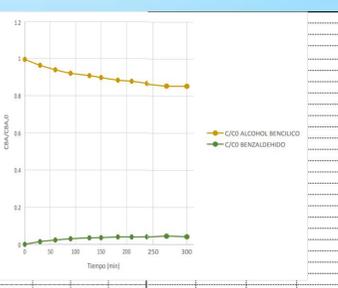


Espectro de difracción de rayos X

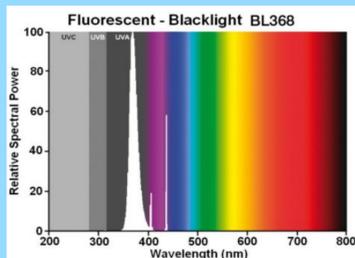
Con el espectro de difracción de rayos X podemos saber el material que estamos estudiando y sus propiedades es una herramienta analítica que nos permite determinar la geometría tridimensional de materiales cristalinos.

### RESULTADOS DE LA REACCIÓN

| Solución                        |                                 | Lámpara: UV-BLB |                    |                    |                      |                      |                                  |  |   |   |   | Conversion (%) |       |                   |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|--|---|---|---|----------------|-------|-------------------|
| g-C <sub>3</sub> N <sub>4</sub> | g-C <sub>3</sub> N <sub>4</sub> | time (min)      | Area <sub>BA</sub> | Area <sub>BD</sub> | C <sub>BA</sub> (mM) | C <sub>BD</sub> (mM) | C <sub>BA</sub> /C <sub>BD</sub> | C <sub>BA</sub> /C <sub>BD</sub> (t <sub>0</sub> ) | C <sub>BA</sub> /C <sub>BD</sub> (t <sub>30</sub> ) | C <sub>BA</sub> /C <sub>BD</sub> (t <sub>60</sub> ) | C <sub>BA</sub> /C <sub>BD</sub> (t <sub>90</sub> ) | BA             | BD    | Selectivity to BA |
| 0.5                             | 0.5                             | 0               | 6647999            | 0                  | 0.5128068            | 0                    | 1.0000                           | 0.0000   | 0.246E-05   | 0.00  | 0.00  | 0.00           | 0.00  | 0.00              |
| 0.5                             | 0.5                             | 30              | 6619312            | 0                  | 0.5128068            | 0                    | 1.0000                           | 0.0000   | 5.698E-04   | 0.46  | 0.00  | 0.46           | 0.00  | 0.00              |
| 0.5                             | 0.5                             | 60              | 6401088            | 245093             | 0.5128068            | 0.0077363            | 0.0655                           | 0.0145   | 4.254E-04   | 3.65  | 1.45  | 39.76          | 3.65  | 1.45              |
| 0.5                             | 0.5                             | 90              | 6241889            | 389104             | 0.5009085            | 0.0122809            | 0.0395                           | 0.0231   | 3.302E-04   | 6.05  | 2.31  | 38.12          | 6.05  | 2.31              |
| 0.5                             | 0.5                             | 120             | 6165506            | 503166             | 0.4903147            | 0.0208966            | 0.0209                           | 0.0208   | 1.818E-04   | 7.18  | 2.98  | 37.58          | 7.18  | 2.98              |
| 0.5                             | 0.5                             | 150             | 6031865            | 588179             | 0.4815239            | 0.0281942            | 0.0479                           | 0.0349   | 2.302E-04   | 8.21  | 3.49  | 37.86          | 8.21  | 3.49              |
| 0.5                             | 0.5                             | 180             | 5962229            | 694798             | 0.4738203            | 0.0368863            | 0.0779                           | 0.0519   | 2.307E-04   | 10.24   | 3.58  | 34.99          | 10.24 | 3.58              |
| 0.5                             | 0.5                             | 210             | 5882259            | 874174             | 0.4704725            | 0.0471816            | 0.1003                           | 0.0586   | 1.902E-04   | 11.67   | 3.98  | 34.09          | 11.67 | 3.98              |
| 0.5                             | 0.5                             | 240             | 5811146            | 1027825            | 0.4674428            | 0.0597789            | 0.1277                           | 0.0706   | 2.053E-04   | 12.23   | 3.96  | 32.36          | 12.23 | 3.96              |
| 0.5                             | 0.5                             | 270             | 5754312            | 1181359            | 0.4612829            | 0.0745005            | 0.1611                           | 0.0854   | 1.868E-04   | 13.39   | 4.04  | 30.16          | 13.39 | 4.04              |
| 0.5                             | 0.5                             | 300             | 5688620            | 1364411            | 0.4553754            | 0.09039              | 0.1950                           | 0.0848   | 1.637E-05   | 14.50   | 4.48  | 30.52          | 14.50 | 4.48              |
| 0.5                             | 0.5                             | 330             | 5674068            | 1521143            | 0.4548839            | 0.10222              | 0.2241                           | 0.0815   | 1.459E-05   | 14.99   | 4.56  | 28.52          | 14.99 | 4.56              |
| L <sub>0</sub> (mM) =           |                                 | 26              | 14                 | Velocidad media:   |                      | 2.509E-04            | Media final reacción:            |  | 31.30   |   |   |                |       |                   |



La lámpara ultravioleta BLB tiene un filtro de color azul oscuro, el cual absorbe prácticamente toda la luz visible dejando pasar todo el ultravioleta. De esta forma, podemos irradiar el material fotocatalítico con la energía que necesita para que se lleve a cabo la reacción.



<https://www.cislab.mx/usos-y-funciones-del-agitador-magnetico/>  
<https://www.bombillasytubos.com/22/noticia/1/22/luz-negra-black-light-y-luz-negra-azul-black-light-blue->



UNIVERSIDAD DE GRANADA



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

