



V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental  
Argentina y Ambiente 2023



4° Simposio Iberoamericano de Adsorción

*Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos*

## **Degradación de Naranja de Metilo por foto-Fenton en presencia de puntos cuánticos de carbono**

**L. Fuentes<sup>a\*</sup>, J. Sacchetto<sup>a</sup>, G. Porcal<sup>a</sup>, J. Natera<sup>a</sup> y W. Massad<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *Laboratorio de Fotoquímica y Medioambiente, IDAS, Depto. De Química – FCEF-QyN - Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina, Ruta 36 km 601, Córdoba, 5800, Argentina.*

*lfuentesm@exa.unrc.edu.ar*

### **Resumen**

En este trabajo se incorporaron puntos cuánticos de carbono (Cdots) en la técnica de foto-Fenton para degradar naranja de metilo como contaminante de prueba. Los Cdots se obtuvieron de la cáscara del maní por tratamiento térmico. Aquellas muestras tratadas a 300°C mostraron la mejor señal de luminiscencia y por tanto se seleccionaron para los experimentos de fotodegradación. Se logró degradar cerca del 92% del NM por foto-Fenton en presencia de Cdots, mientras que en ausencia de estos la remoción alcanzó el 82% de la masa inicial del contaminante. Se encontró también que la irradiación directa al NM con y sin Cdots no afectó significativamente su concentración en la solución, por el contrario, con el proceso de Fenton la mejoría en la eliminación del contaminante fue relevante, sobre todo en presencia de las Cdots, aunque no se llega a los porcentajes de degradación obtenidos por foto-Fenton + Cdots. Conforme con estos resultados, se concluye que la incorporación de Cdots en la técnica de foto-Fenton potencia su eficiencia de degradación, lo cual incentiva a probarlos en futuros experimentos con la finalidad de remover otros contaminantes.

**Palabras clave:** puntos cuánticos de carbono, foto-Fenton, degradación, contaminantes.

### **Introducción**

La acumulación de residuos en el ambiente es la causa de contaminación del planeta. Está demostrado que el mayor generador de residuos es el ser humano a partir de sus actividades cotidianas<sup>1</sup>. Recientemente, con la presencia en el agua de ciertos contaminantes difíciles de degradar por medio de procesos convencionales de tratamiento, surgen tecnologías que buscan su degradación teniendo en cuenta el aspecto técnico, económico y medioambiental<sup>2</sup>.

La técnica de Fenton es uno de los procesos de oxidación avanzada (POA) más eficaces para destruir contaminantes orgánicos en agua gracias a su capacidad para generar radicales OH· a partir de la descomposición de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> con Fe(II). Diferentes estudios han comprobado que la irradiación UV de la reacción de Fenton produce un incremento significativo de la velocidad de degradación de numerosos contaminantes, a esta variante se le conoce como Foto-fenton<sup>3</sup>.

Los puntos cuánticos de carbono (Cdots) son nanomateriales de carbono fluorescentes constituidos por un núcleo grafitico y grupos funcionales, que los dotan de excelente estabilidad, buena biocompatibilidad y baja toxicidad, en la actualidad estos se preparan y utilizan cada vez con más frecuencia en el área de la fotocatalisis<sup>4</sup>. Los Cdots pueden obtenerse por medio de biomasa natural, alternativa que permite dar un uso valioso y útil a desechos de bajo valor. Con base en lo anterior, en este estudio se trabajó con cascara de maní para la obtención de Cdots aprovechando la ubicación agroindustrial en la que se sitúa la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) y su cercanía geográfica a uno de los polos maniceros más grandes e importantes del mundo.

Para el ensayo de degradación por foto-Fenton con Cdots llevado a cabo en este trabajo, se seleccionó naranja de metilo (NM) como contaminante de prueba, ya que es un compuesto

*Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos*

ampliamente utilizado en este sentido, y al igual que la mayoría de los colorantes provoca la contaminación visual en cuerpos acuíferos.

## Materiales y métodos

### Obtención y caracterización de Cdots.

Se trituró cáscara de maní y se sometió a pirólisis a diferentes temperaturas con el objetivo de obtener distintos tamaños de material. Luego, los residuos obtenidos se sonicaron usando agua MiliQ como solvente para desaglomerar el material y lograr Cdots de unos pocos nanómetros, además de conferirles posible actividad fluorescente al ser irradiadas. Las soluciones obtenidas se dializaron (membrana de celulosa de 12.4 kDa, Sigma-Aldrich) en agua durante 5 días para obtener Cdots de tamaño homogéneo. El tamaño de las partículas se determinó realizando mediciones de dispersión dinámica de luz (DLS).

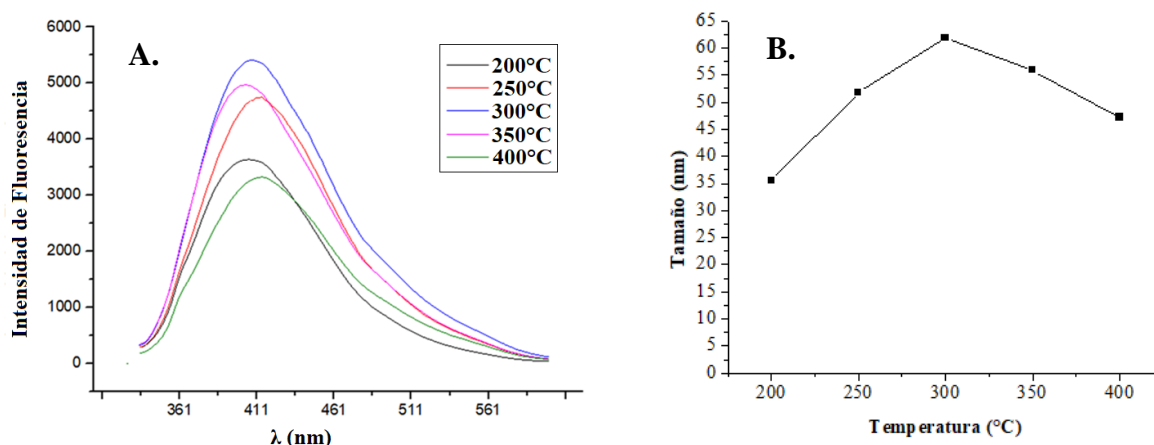
### Experimentos de fotodegradación.

Con los Cdots obtenidos se llevó a cabo un ensayo de remoción de contaminantes aplicando la técnica de foto-Fenton, y usando naranja de metilo como contaminante modelo. Se trabajó con  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  y  $\text{HClO}_4$  (para proporcionar medio ácido) en concentraciones de  $1.5 \times 10^{-5} \text{M}$ ,  $0.01 \text{M}$  y  $1 \times 10^{-3} \text{M}$ , respectivamente. La radiación de las muestras estudiadas se hizo en un Reactor fotoquímico Rayonet RPR-200 equipado con 8 lámparas UV (GE F8T5/BLB, 8 W,  $\lambda_{\text{máx}} = 365 \text{ nm}$ ). La degradación del NM se siguió por su señal de absorbancia medida en un espectrofotómetro de matriz de diodos Hewlett Packard 8452.

## Resultados y discusión

### Obtención y caracterización de Cdots.

Luego de obtener distintas muestras de material carbonizado de cascara de maní, se seleccionó aquella que fue tratada a  $300^\circ\text{C}$ , debido a que su intensidad de luminiscencia fue la más alta de acuerdo con las mediciones (ver Figura 1.A). Además, mediante la técnica de dispersión dinámica de luz (DLS) se determinó el tamaño promedio de las partículas de Cdots obtenidos para cada temperatura correspondiente (Figura 1.B.), notando que el menor diámetro resultante lo tuvieron las partículas cuando la cascara de maní se trató térmicamente a  $200^\circ\text{C}$ .



**Figura 1.** Caracterización de los Cdots obtenidas tras distintas temperaturas de tratamiento. **A.** Intensidad de luminiscencia de los Cdots, excitados a 330 nm. **B.** Tamaño de partículas.

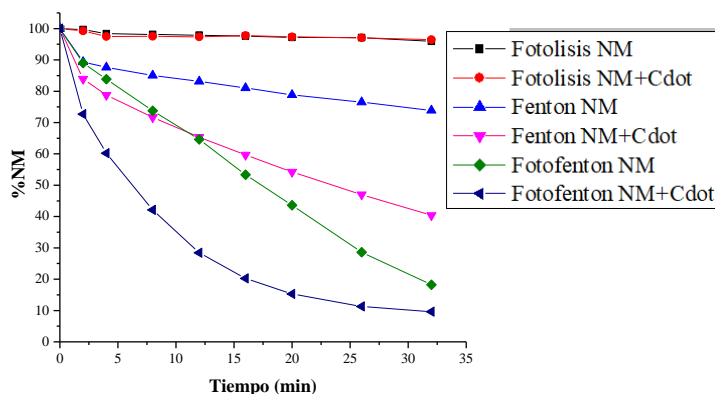
### Experimentos de fotodegradación.

A fin de evaluar el efecto de Cdots en la degradación de contaminantes se estudió su participación en la técnica de foto-Fenton para degradar NM. Como se puede observar en la

*Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos*

Figura 2, la remoción de NM es más rápida en presencia de Cdots. Esto puede deberse a diversos motivos, uno de estos puede ser la fotólisis sensibilizada. Para evaluar este efecto se repitió el experimento empleando solo luz UV para irradiar directamente dos soluciones de NM, una en presencia de Cdots y otra en ausencia de las mismas. En la Figura 2, se evidenció que la irradiación de estas dos soluciones no produjo cambios significativos en el tiempo de reacción.

Asimismo, se encontró que las Cdots producen un efecto catalítico en la reacción de Fenton para la degradación de NM, eliminando el 60% de su concentración en 32 minutos, mientras que el proceso de Fenton de NM en ausencia de Cdots, en el mismo tiempo de tratamiento, se obtuvo solo un 26% de degradación (ver Figura 2).



**Figura 2.** Porcentaje de masa del contaminante (NM) presente tras 32 minutos de proceso de degradación a los cuales fue sometido.

Como se observa en la Figura 2, el mejor rendimiento de degradación de NM se obtuvo por Foto-fenton en presencia de Cdots, reduciéndolo al 9.5% de su concentración inicial en 32 minutos; mientras que por Foto-fenton en ausencia de Cdot la reducción del NM se dio hasta el 18% de su concentración inicial.

## Conclusiones

De acuerdo a estos resultados, y bajo las condiciones experimentales trabajadas, se concluye que para la degradación de NM la efectividad de la técnica de foto-Fenton mejora con el uso de Cdots. Con base a esto, se estima la posibilidad de planear estudios futuros para terminar de caracterizar la utilización Cdots, en este caso provenientes de cascara de maní, y su posible aplicación en la degradación de otros contaminantes ambientales.

## Referencias

- 1- Rojas R., *Contaminación ambiental y sus efectos en la salud: una revisión de la literatura científica*. Universidad privada del Norte, Perú, 1-18 (2019).
- 2- Khan, N., Khan, S., Ahmed, S., Farooqi, I., Yousefi, M., Mohammadi, A., Changani, F., *Recent trends in disposal and treatment technologies of emerging-pollutants-A critical review*. Trends in Analytical Chemistry, 122, 1-14 (2020).
- 3- Wu, K., Xie, Y., Zhao, J., Hidaka, H., *Photo-Fenton degradation of a dye under visible light irradiation*. Molecular Catalysis A: Chemical, 144, 77-84 (1999).
- 4- Yang, D., Qu, D., An, L., Zong, X., Sun, Z., *metal-free carbon dots for wastewater treatment by visible light active photo-Fenton-like reaction in the broad pH range*. Chinese Chemical Letters, 32, 2292-2296 (2021).