

# MEMORIAS SEMANA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

9a Muestra de producciones académicas e investigativas de los programas de Construcciones Civiles, Ingeniería Ambiental, Arquitectura y Tecnología en Delineantes de Arquitectura e Ingeniería Y Construcción Sostenible  
08 al 12 de Mayo de 2017



# Tratamiento de residuos orgánicos vía Procesos Avanzados de Oxidación (PAOs) del laboratorio de Ambiental de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia (IUCMA)

**Gina Hincapié Mejía**  
**Carlos Fidel Granda Ramírez**

Grupo de investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad.  
Facultad de Arquitectura e Ingeniería.  
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.

Semana de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería 2017 – 1  
Medellín, Mayo 08 de 2017



# Introducción

La contaminación ambiental causada por la generación de desechos peligrosos es un problema creciente y globalizado.

Los residuos peligrosos, una vez emitidos, pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años.

En los laboratorios de IUCMA se trabaja con diversas sustancias químicas y se efectúan una serie de operaciones que conllevan a la producción de residuos que, en la mayoría de los casos, son peligrosos; dentro de estos, están los generados en las tinciones de Gram.



# Introducción

Dado lo anterior, se hace necesario buscar alternativas de tratamiento que sean eficientes aprovechando las energías limpias y efectivas; entre éstos, se encuentran los Procesos Avanzados de Oxidación (POAs), los cuales generan radicales hidroxilo ( $\text{OH}^\bullet$ ) que son altamente oxidantes y permiten la degradación de materia orgánica.

En este trabajo, se presenta una alternativa para el tratamiento de los residuos de la tinción de Gram provenientes de los laboratorios de la IUCMA vía Procesos avanzados de Oxidación (PAOs)



# Caracterización de los residuos

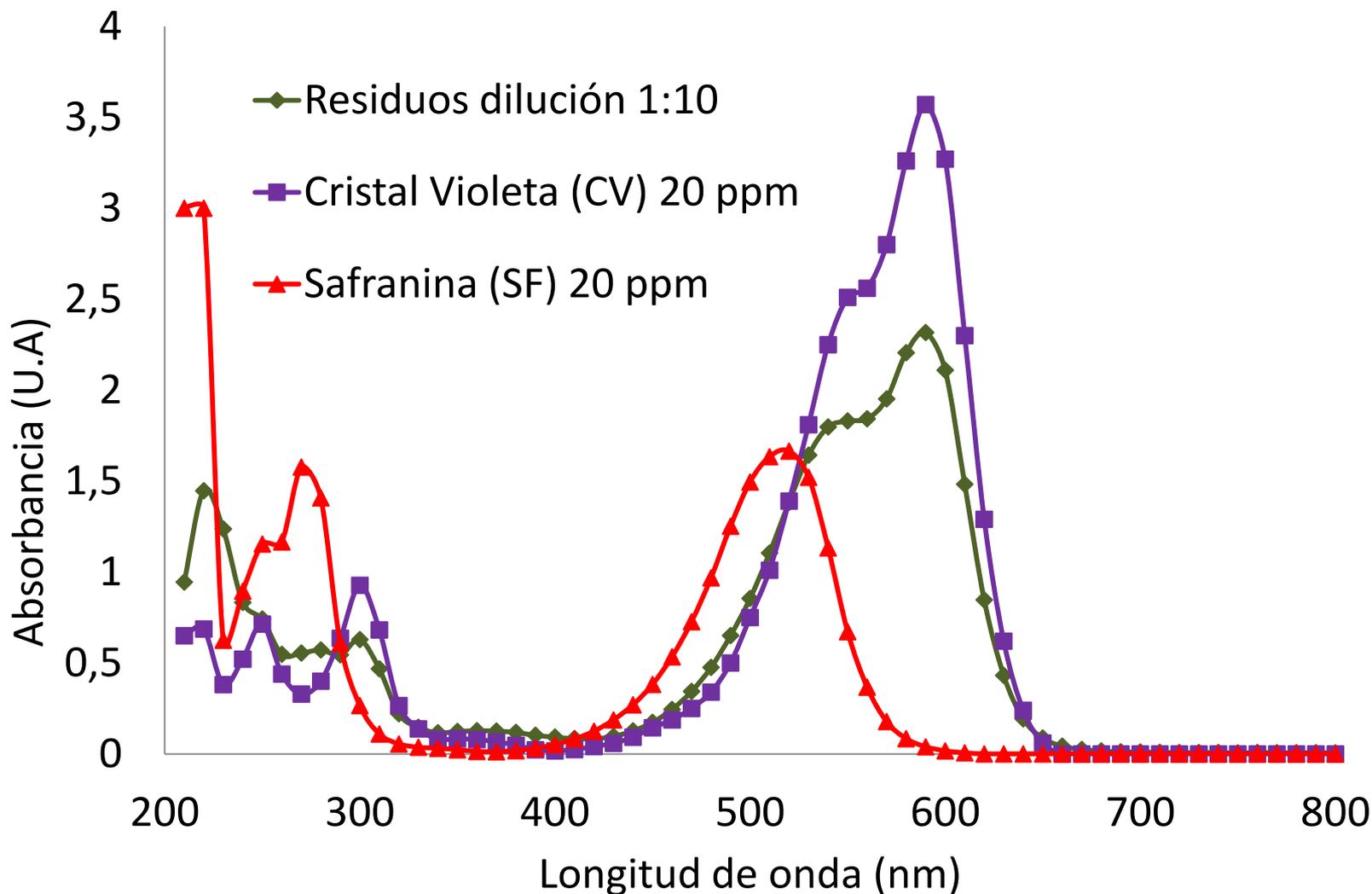
Composición de la coloración de Gram :

- Solución A: 2 gramos de cristal violeta en 20 ml de etanol.
- Solución B: 0,8 g de oxalato de amonio en 80 ml de agua destilada.
- Lugol : 1 g de Yodo, 2 g de yoduro de potasio en 300 ml de agua destilada.
- Mezcla de 50 ml de etanol al 95% con 50 ml de acetona.
- 2,5 g de safranina en 100 ml de agua destilada; de esta solución madre se sacan 30 ml y se mezclan con 300 ml de agua destilada para obtener así la solución de trabajo.

Se preparan por separado las soluciones, luego se mezclan y se homogenizan. Por último se filtran y se guardan en frasco oscuro.

Los residuos se almacenan para su posterior disposición. Debido a la alta concentración de colorantes en los residuos a tratar, se realizó una dilución 1:10 en agua destilada.

# Caracterización de los residuos



# Pruebas preliminares

Debido a que ya se ha reportado la degradación del Cristal Violeta por diferentes PAOs, se determinó evaluarlas sobre la Safranina.

Los PAOs considerados y evaluados en la etapa preliminar fueron:

UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Fotocatálisis Heterogénea TiO<sub>2</sub>/UV

Fotofenton

Electroquímica

Condiciones:

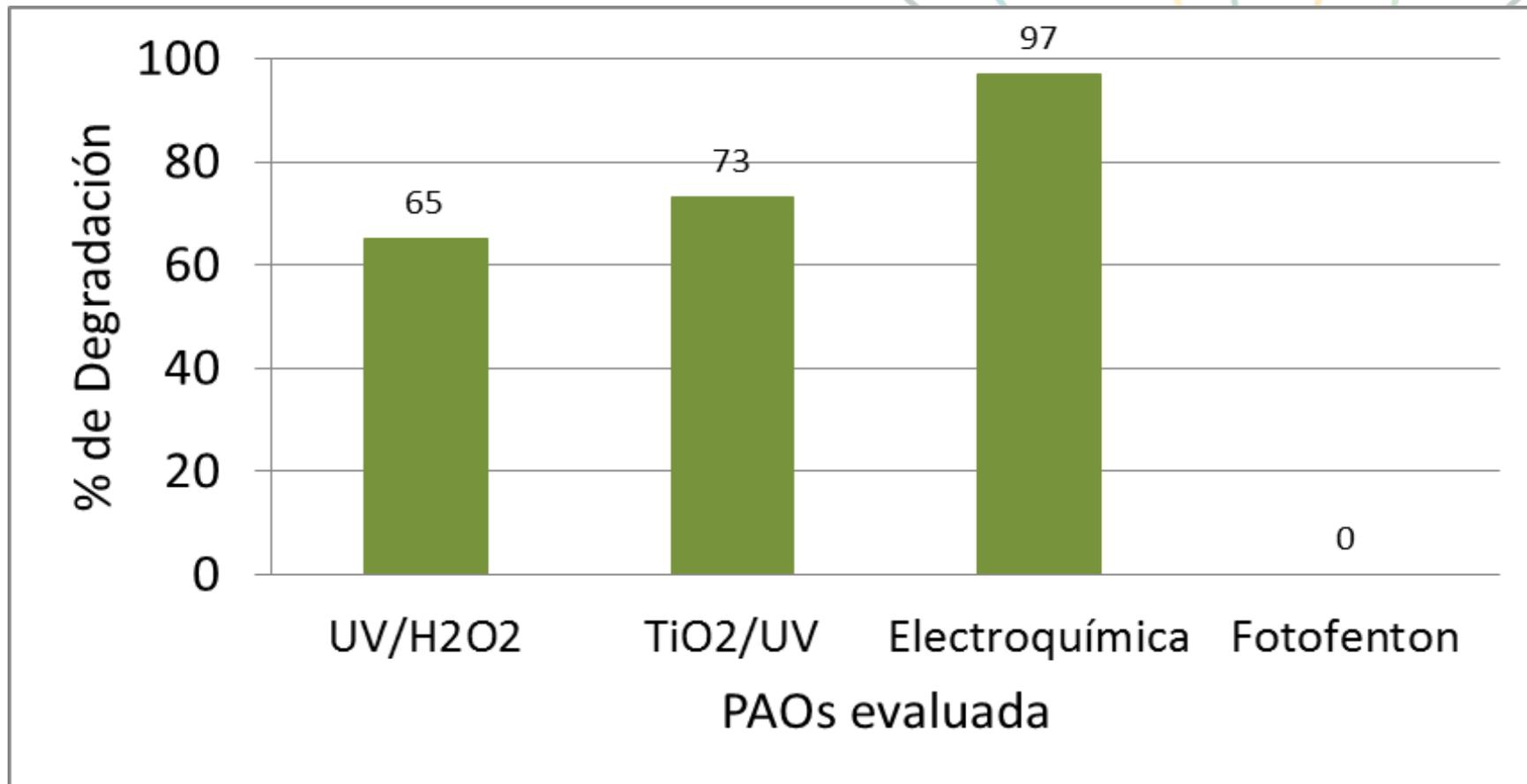
Volumen : 150 ml

Concentración de safranina : 20 ppm

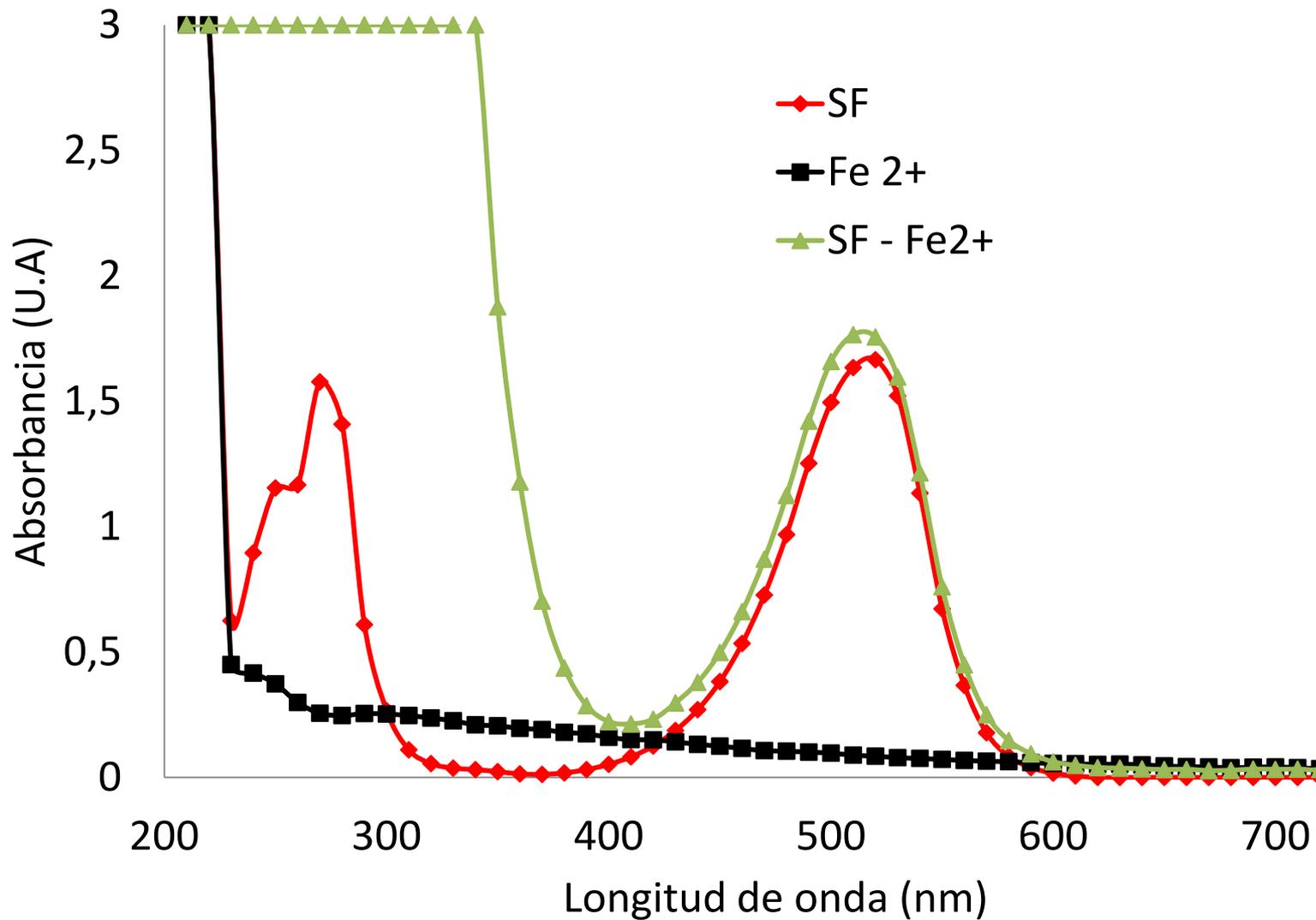
Tiempo de reacción : 2 horas

Radiaciones utilizadas fueron de 254 nm y 365 nm

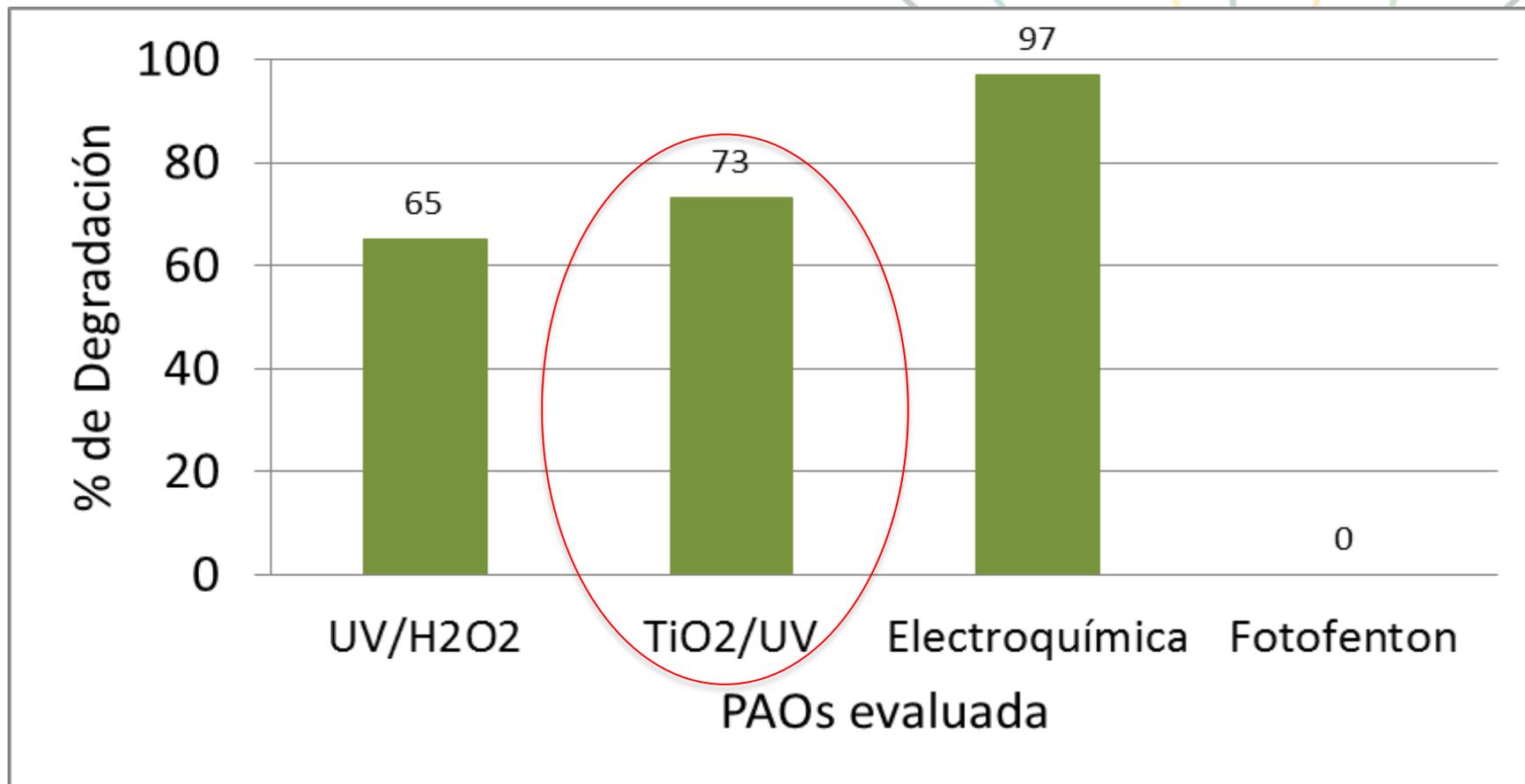
# Resultados degradación SF



# Resultados degradación SF



# Resultados degradación SF



# Fotodegradación residuos

Condiciones:

Residuos diluidos 1:10

TiO<sub>2</sub> :1 g/l

Homogenización : baño ultrasónico durante 5 minutos

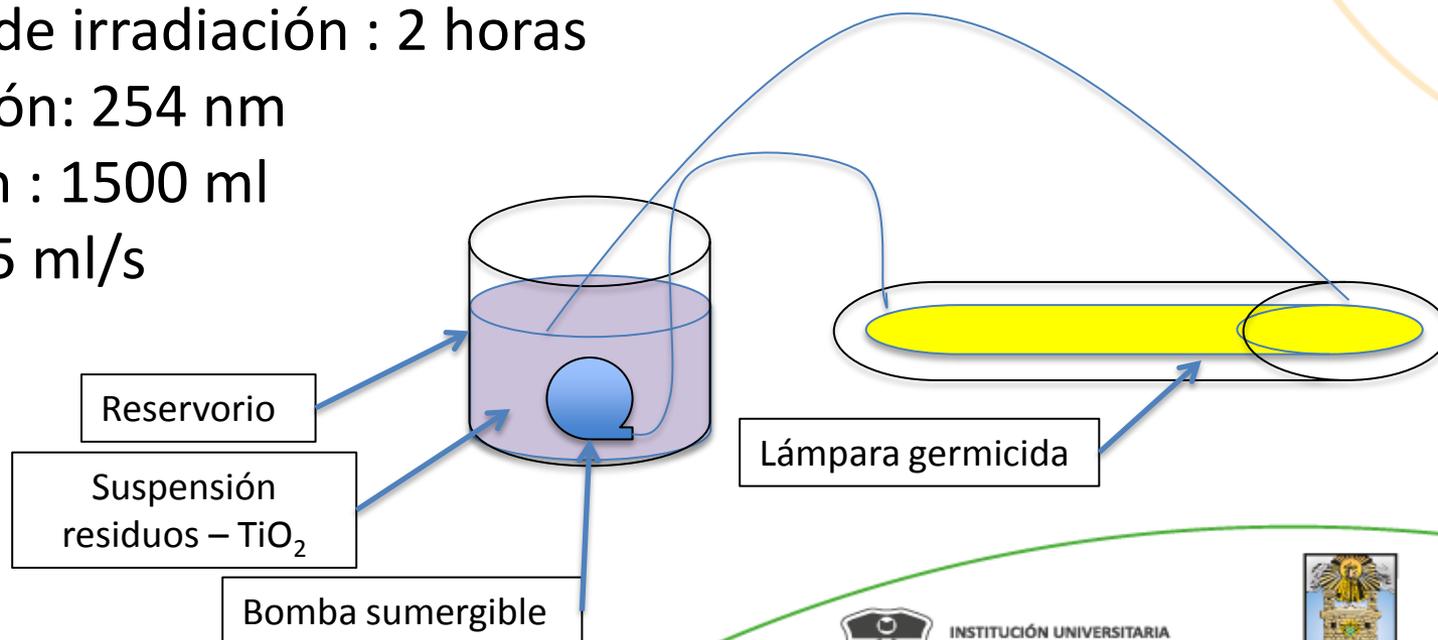
Adsorción en oscuro : 30 minutos

Tiempo de irradiación : 2 horas

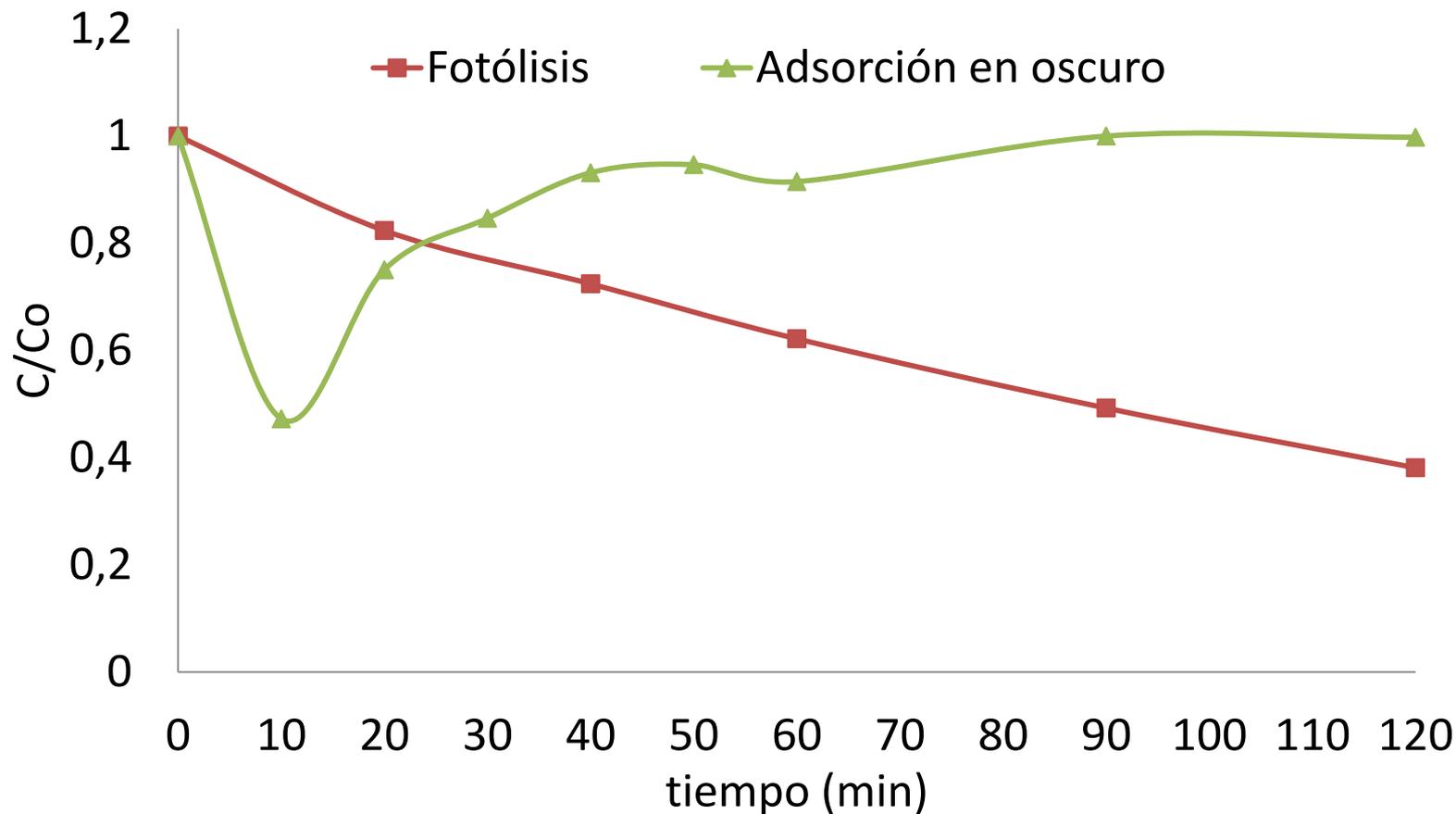
Irradiación: 254 nm

Volumen : 1500 ml

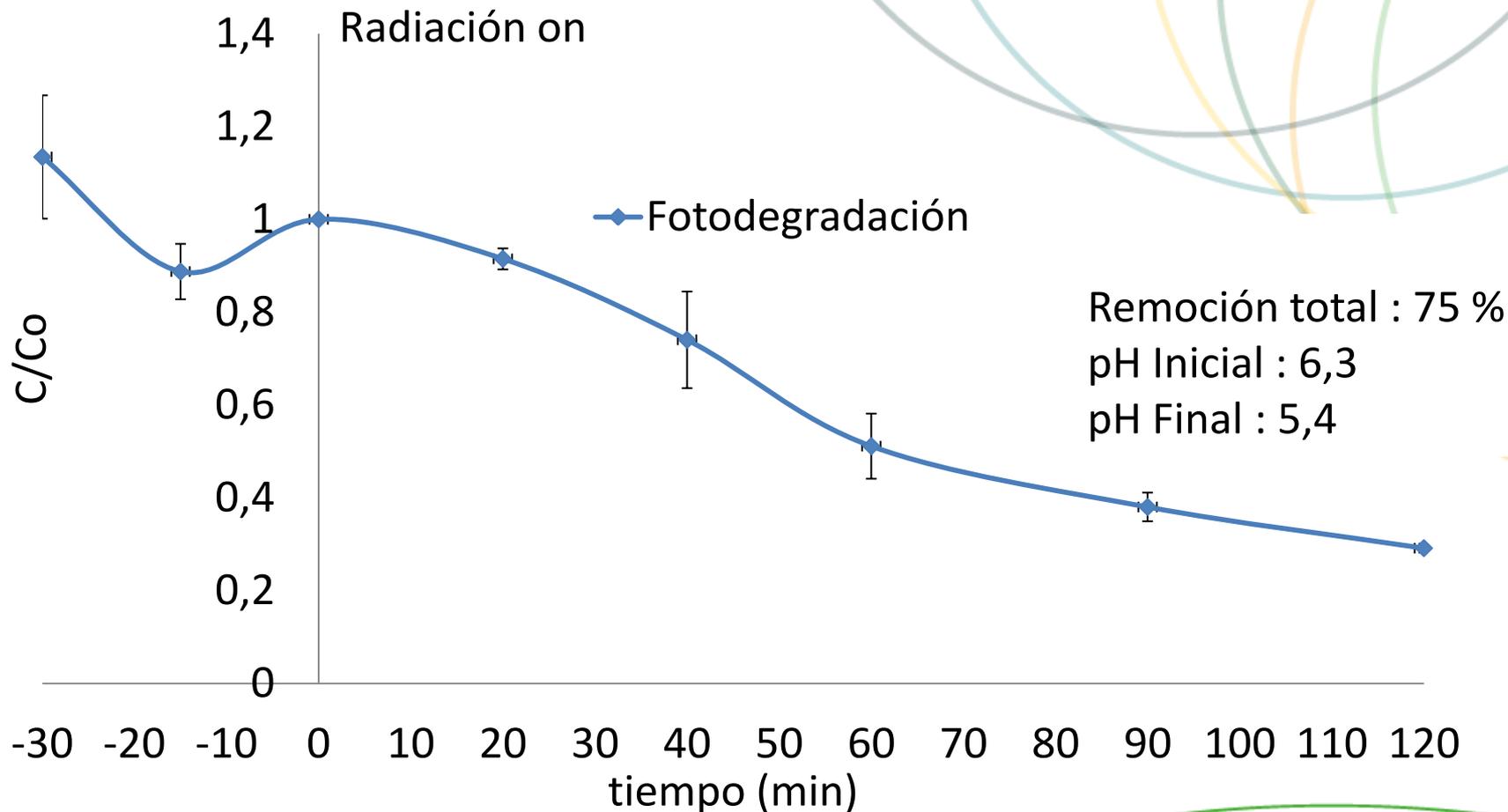
Flujo: 45 ml/s



# Controles → blancos



# Fotodegradación residuos



# Análisis cinético

$$v = \frac{dC}{dt} = \frac{kKC}{(1 + KC)} \quad \rightarrow$$

Ecuación de pseudo primer orden para sistemas fotocatalíticos

Si se aproxima KC a 1, y se integra dicha ecuación, se obtiene la ecuación simplificada.



$$\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -k_{ap}t$$

$C_0$  : Concentración inicial del contaminante en mol\*L<sup>-1</sup>

$C$  : Concentración del contaminante en mol\*L<sup>-1</sup>

$t$  : tiempo de irradiación en minutos

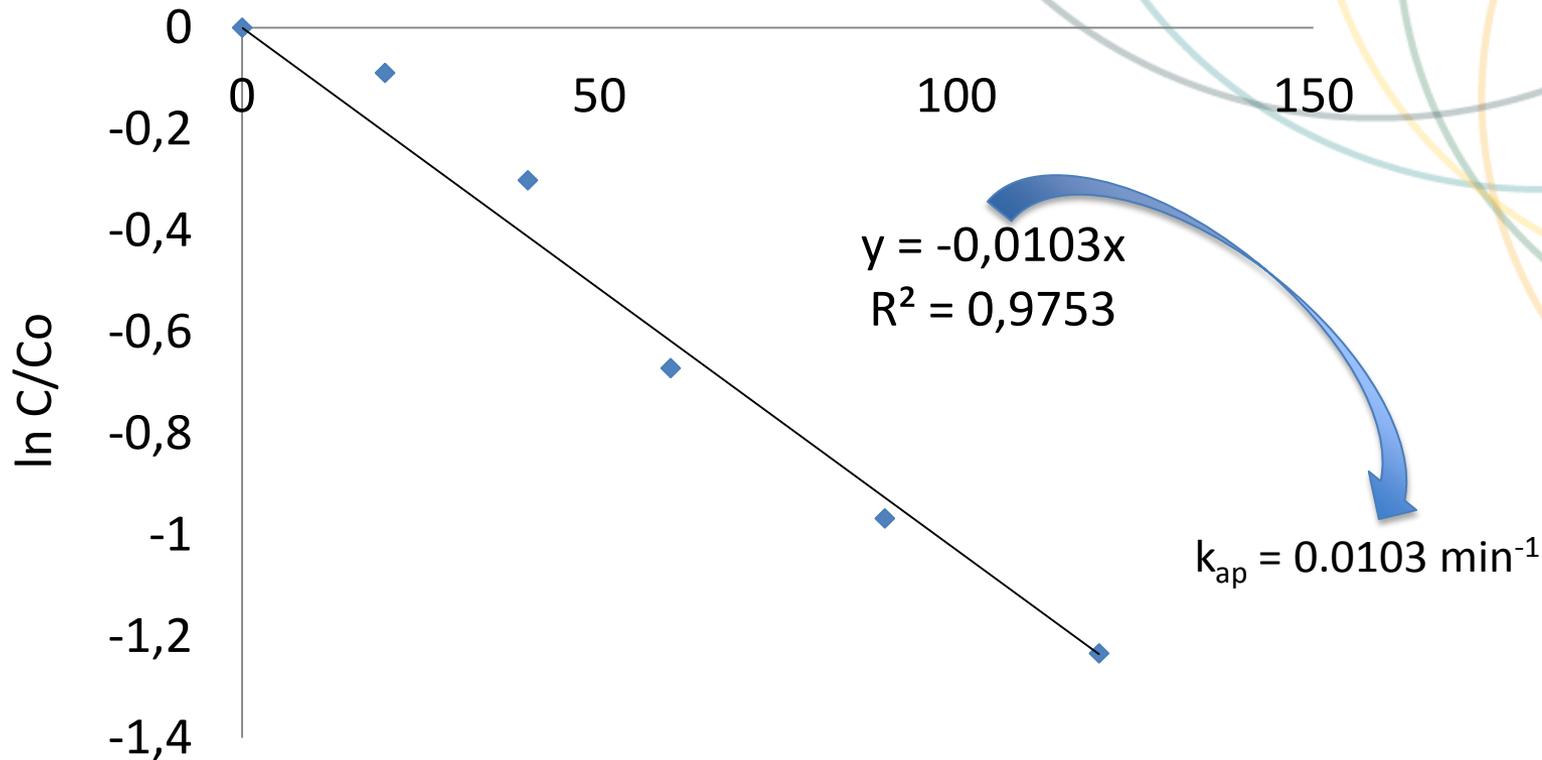
$K$  : Coeficiente de adsorción de los contaminantes sobre el catalizador en L\*mg<sup>-1</sup>

$k_{ap}$  : Constante aparente de reacción de pseudo primer orden en min<sup>-1</sup>



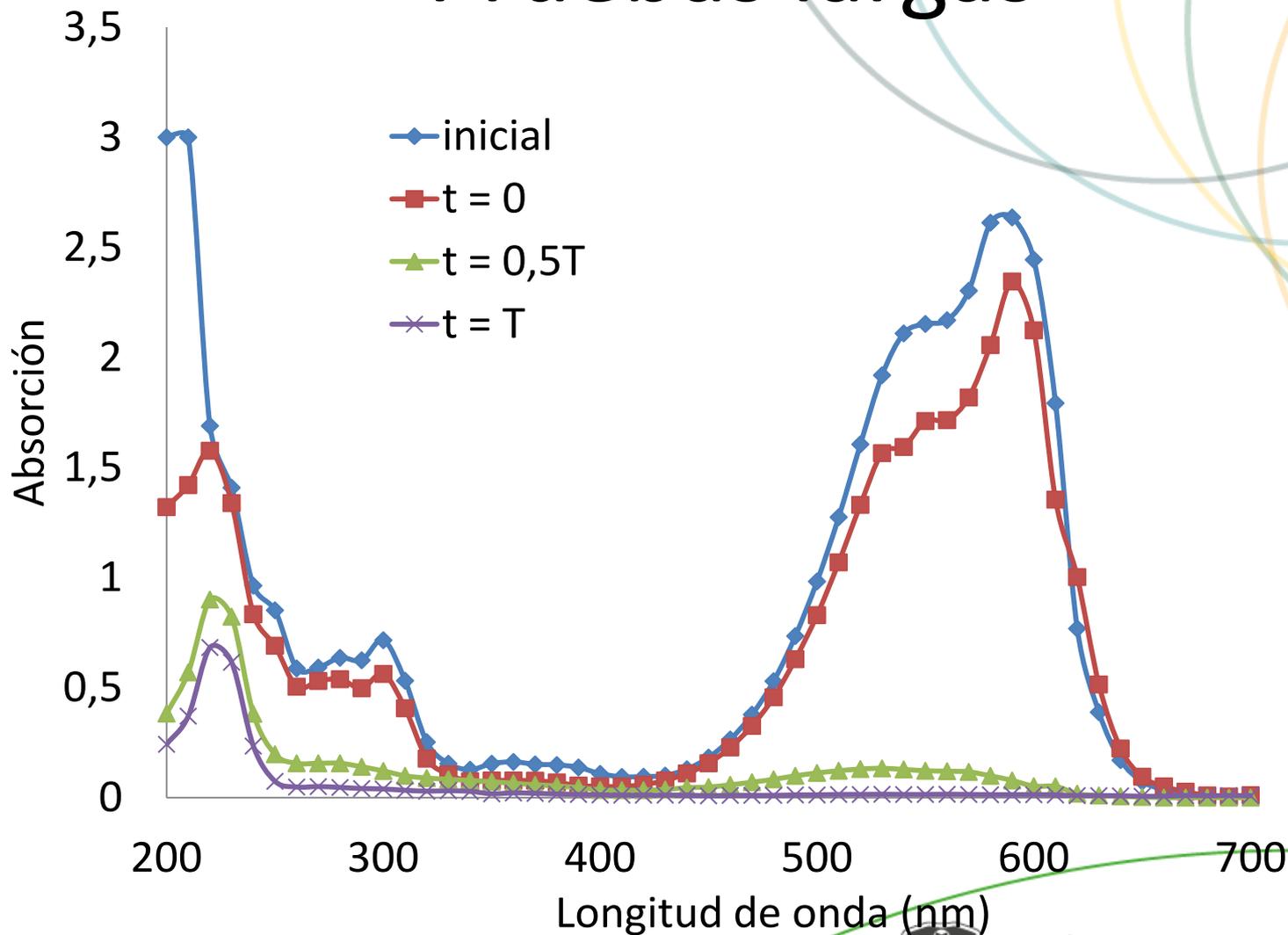
# Análisis cinético

tiempo (min)

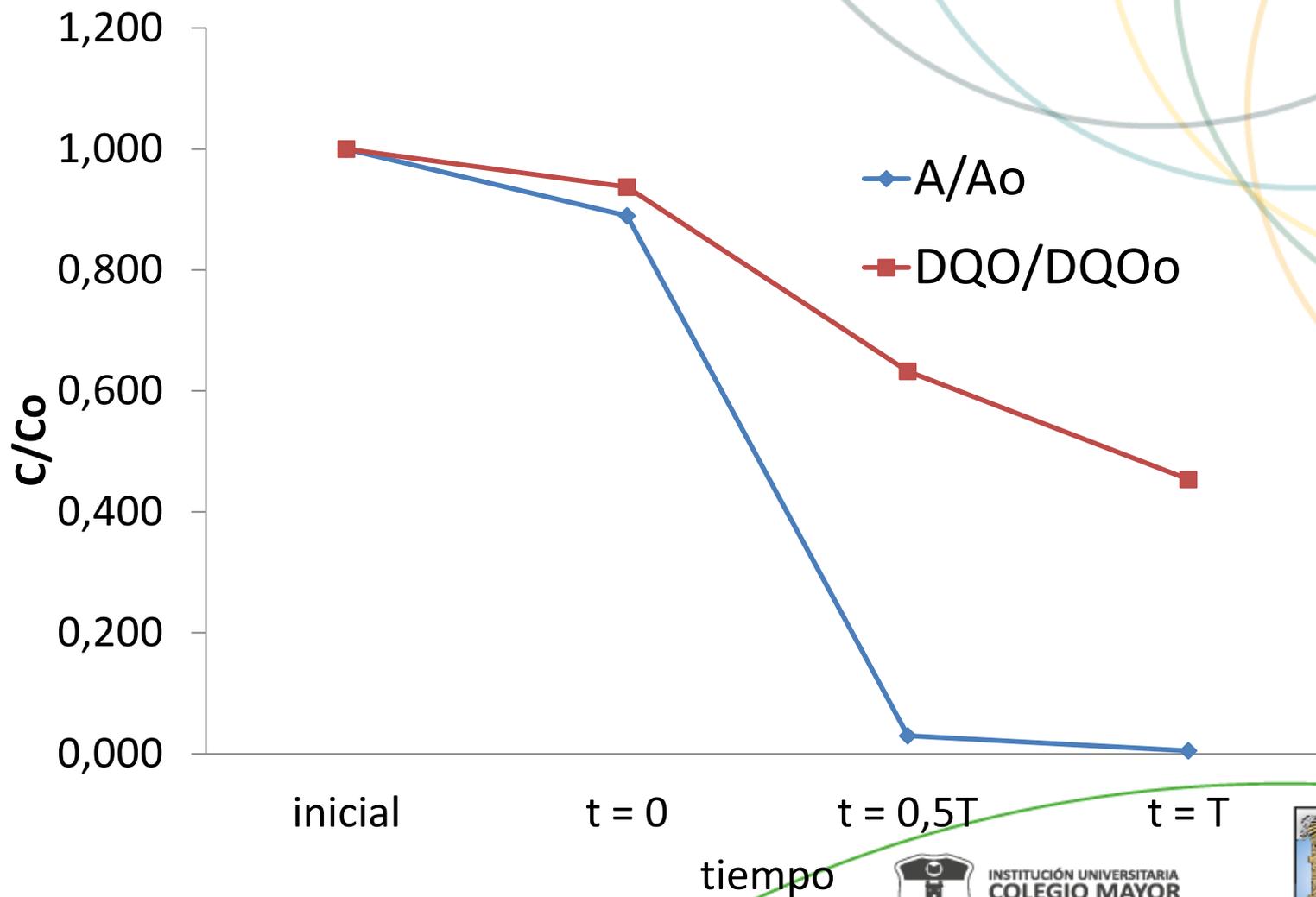


Tiempo en que se degradaría el 100% del contaminante → 447 minutos.  
Definiéndose entonces como  $T = 7,45$  horas

# Pruebas largas



# Pruebas largas



# Estudio de costos

| Costos fijos | Item             | Valor                  |  |  |
|--------------|------------------|------------------------|--|--|
|              | Lámpara          | \$ 2.000.000,00        |  |  |
|              | Bomba            | \$ 50.000,00           |  |  |
|              | Mangueras        | \$ 10.000,00           |  |  |
|              | Conectores       | \$ 10.000,00           |  |  |
|              | Reservorios      | \$ 50.000,00           |  |  |
|              | Baño ultrasónico | \$ 3.300.000,00        |  |  |
|              | <b>Total</b>     | <b>\$ 5.420.000,00</b> |  |  |

| Costos variables | Item              | Valor                 | Cantidad                   | Total         |
|------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------|---------------|
|                  | TiO2              | \$ 750.000.00 / 25 Kg | 1 g/ l de sln a tratar     | \$ 30,00      |
|                  | agua destilada    | \$ 2,000,00 /m3       | 0,9 l/l de sln a tratar    | \$ 1.800,00   |
|                  | Energía eléctrica | \$ 550,00 /KWh        | 0,15 KWh/l de sln a tratar | \$ 82,50      |
|                  | Hora Hombre       | 2,500,000,00 / mes    | 7,5 horas                  | \$ 158.515,00 |



# Conclusiones

- La safranina no es factible degradarla por Foto Fenton.
- Las técnicas más apropiadas para la degradación de la safranina son la electroquímica y la fotocátalisis heterogénea.
- El sistema de fotocátalisis heterogénea propuesto para el tratamiento de los residuos de la tinción de Gram en los laboratorios de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia es viable.



# Perspectivas futuras

- Hacer las gestiones necesarias para implementar este método como alternativa de tratamiento en sistemas de remoción de mayor capacidad a la estudiada en el laboratorio.
- Evaluar este sistema de remoción con otro tipo de residuos.
- Cambiar el aspecto físico del catalizador soportándolo para minimizar costos y posibles futuros problemas de contaminación por partículas de  $\text{TiO}_2$  en las aguas finales.
- Construir y evaluar un prototipo que utilice la radiación solar como fuente de fotones para la degradación de los residuos.



# Agradecimientos

- Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia (IUCMA) por la financiación del proyecto “Tratamiento de residuos orgánicos vía Procesos Avanzados de Oxidación (PAOs) del laboratorio de Ambiental de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia (IUCMA)”
- Al Grupo de investigación en Remediación Ambiental y Biocatálisis (GIRAB) por el apoyo en las pruebas electroquímicas y el acompañamiento durante el desarrollo del proyecto.
- A los estudiantes involucrados: auxiliares de investigación del proyecto y estudiantes del Semillero de Investigación en Ciencias Ambientales (SICA)



# Referencias bibliográficas

- Hernández S, Sarria V, (2008), “Estudio del tratamiento de aguas residuales de tintorería por medio de un proceso combinado foto - fenton y lodos activados”. Presentado en Congreso Internacional en Gestión sostenible del agua. Medellín, Colombia.
- 
- López-Jácome L, Hernández-Durán M, Colín-Castro C, Ortega-Peña S, Cerón-González G, Franco-Cendejas R, (2014), Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología, Investigación en discapacidad, 3(1), Enero-Marzo, pp. 10-18.
- 
- Malato S, Fernández-Ibáñez P, Maldonado M, Blanco J, Gernjak W, (2009), Decontamination and disinfection of water by solar photocatalysis: Recent overview and trends, Catalysis Today, 147, pp. 1-59.
- 
- Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), (2004), Eliminación de contaminantes por fotocátalisis heterogénea. Buenos Aires, Argentina, CYTED, pp. 320.
- 
- Ramos J, Peña L, (2008), Gestión de residuos químicos en instituciones educativas, Revista Científica, (10), pp. 85-88.
- 
- Samira S, Raja A, Mohan C, Modak J, (2012), Photocatalytic Degradation of Crystal Violet (C.I. Basic Violet 3) on Nano TiO<sub>2</sub> Containing Anatase and Rutile Phases (3:1), Journal of Thermodynamics & Catalysis, 3(5), pp. 1000117, doi: 10.4172/2157-7544.1000117.



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

# GRACIAS

Organizadora y Compiladora del Evento  
Olgalicia Palmett Plata  
Mayo de 2017



Institución Universitaria  
Vigilada por el Ministerio de Educación Nacional.  
Nit: 890980134-1  
Tel: 444 56 11 C.P: 050034  
Cra 78 N° 65 - 46 Robledo  
[www.colmayor.edu.co](http://www.colmayor.edu.co)