



# IDIC

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
UNIVERSIDAD DE LIMA

## **Degradación de colorantes azo por tratamiento secuencial fotocatalítico-biológico**

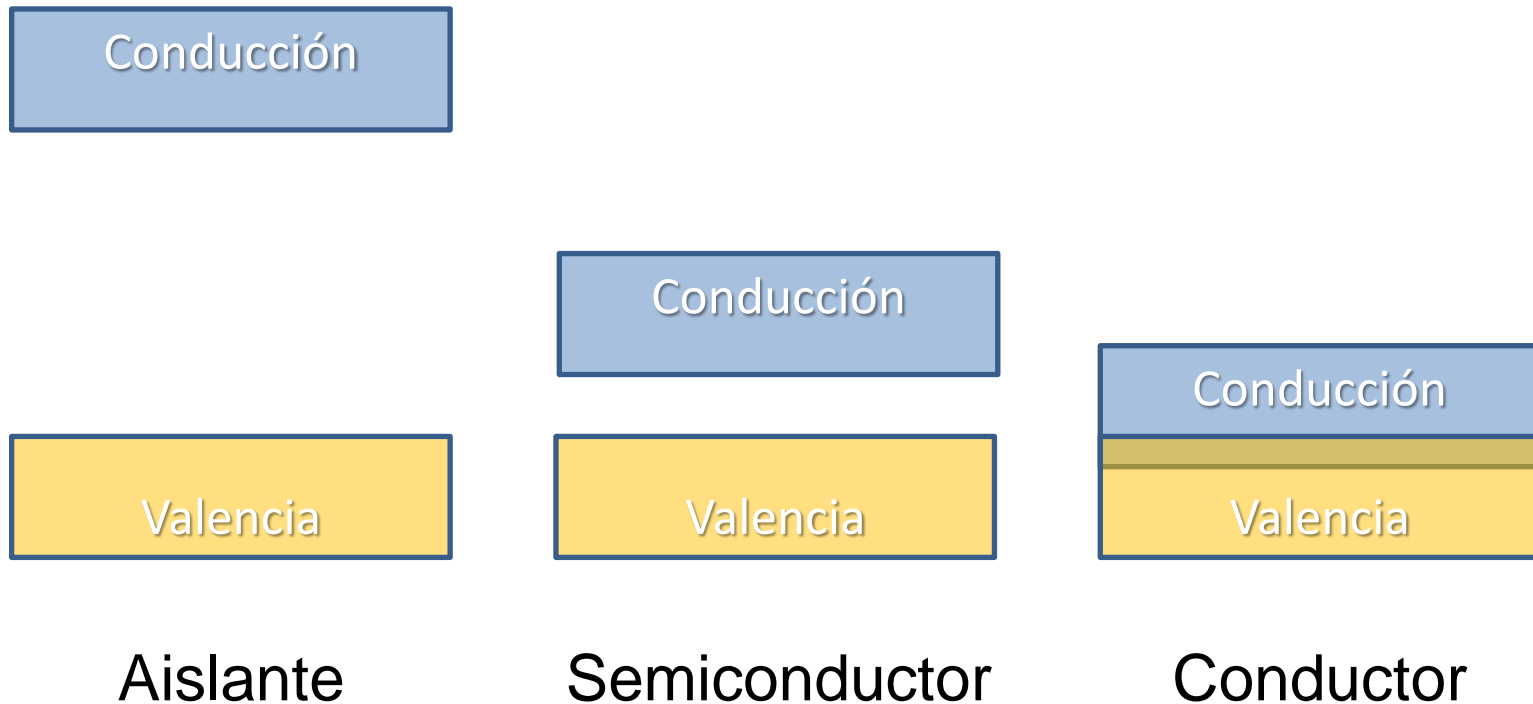
Eyzaguirre Perez, Raul; Morales Gomero Juan  
Carlos, Quino Favero Javier, Solari Reinoso Mónica

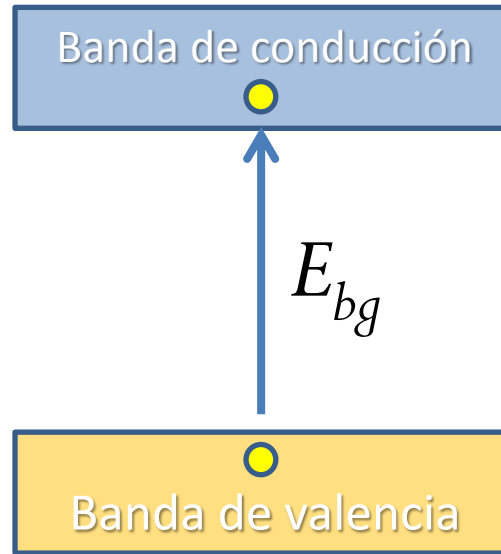


# Reacción Fotocatalítica Heterogénea

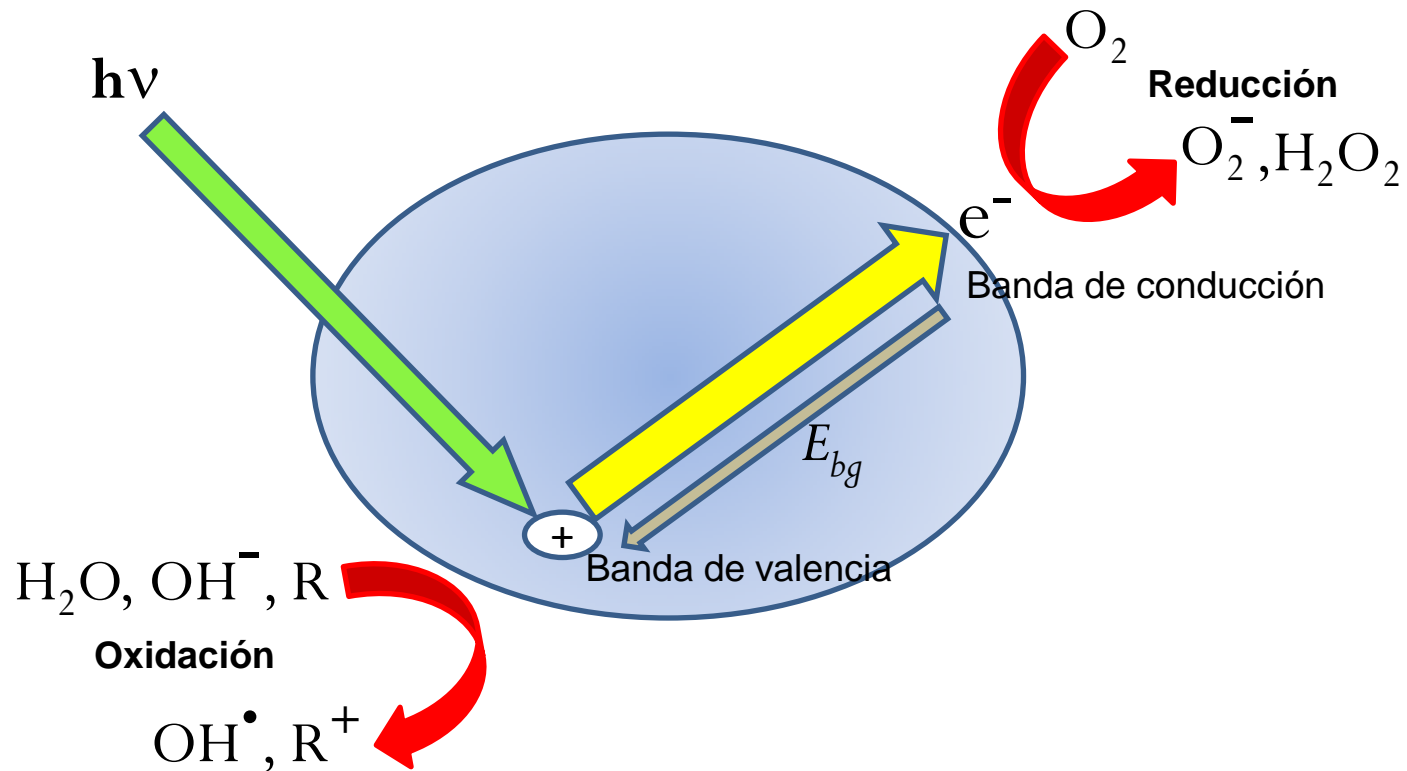
- 1. Un fotón emitido  
(de longitud de onda apropiada)**
- 2. La superficie del catalizador  
(usualmente un material semiconductor)**
- 3. Un agente oxidante fuerte  
(usualmente oxígeno)**

# Teoría de banda en sólidos





# Esquema de la generación del hoyo de electrones en una partícula de fotocatalizador



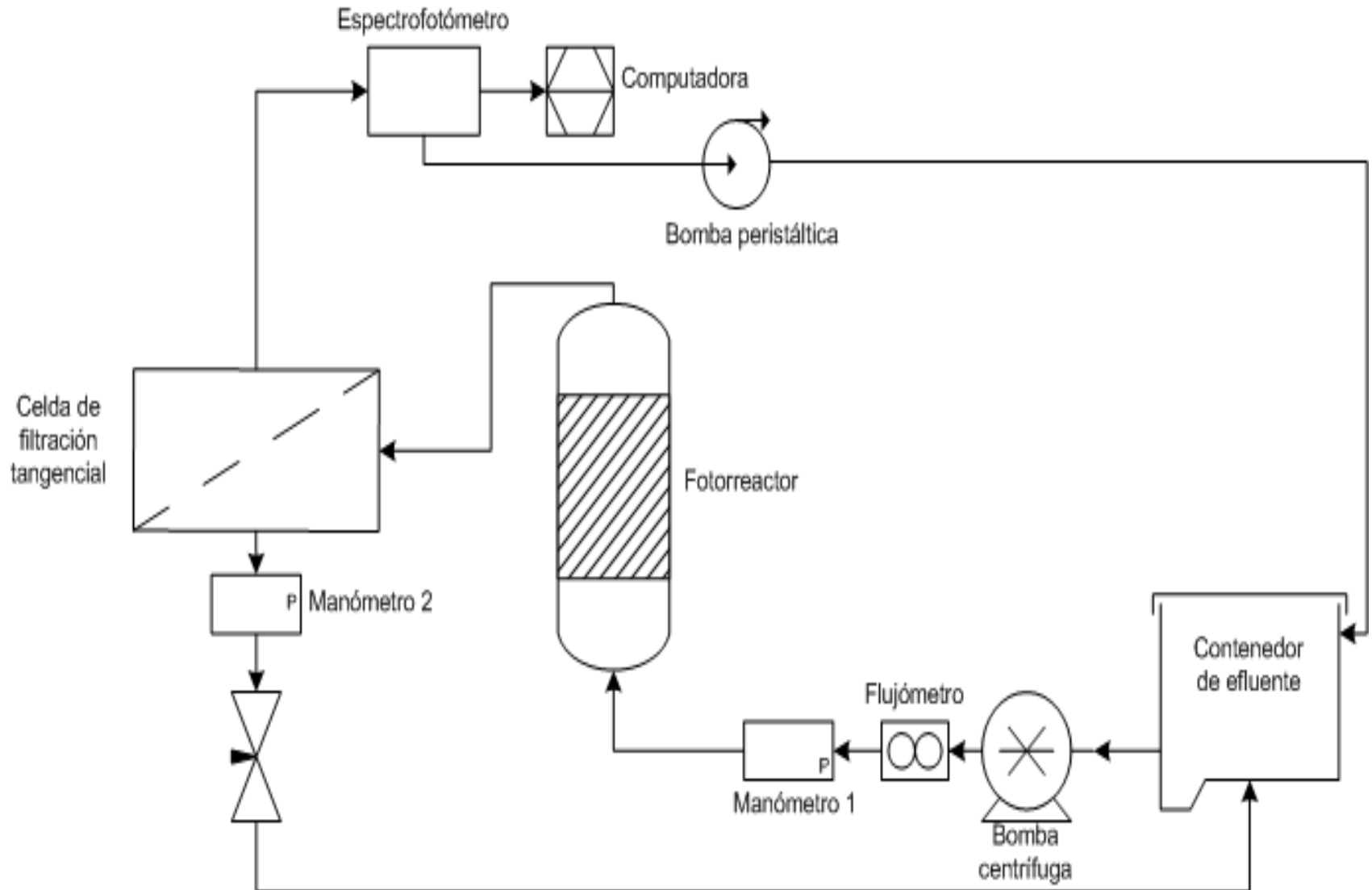
# Potencial de oxidación de algunos oxidantes

Chemical Reviews, 1993, Vol. 93, No. 2 675

**Table I. Oxidation Potentials of Some Oxidants<sup>43</sup>**

species	oxidation potential (V)
fluorine	3.03
hydroxyl radical	2.80
atomic oxygen	2.42
ozone	2.07
hydrogen peroxide	1.78
perhydroxyl radical	1.70
permanganate	1.68
hypobromous acid	1.59
chlorine dioxide	1.57
hypochlorous acid	1.49
hypoiodous acid	1.45
chlorine	1.36
bromine	1.09
iodine	0.54

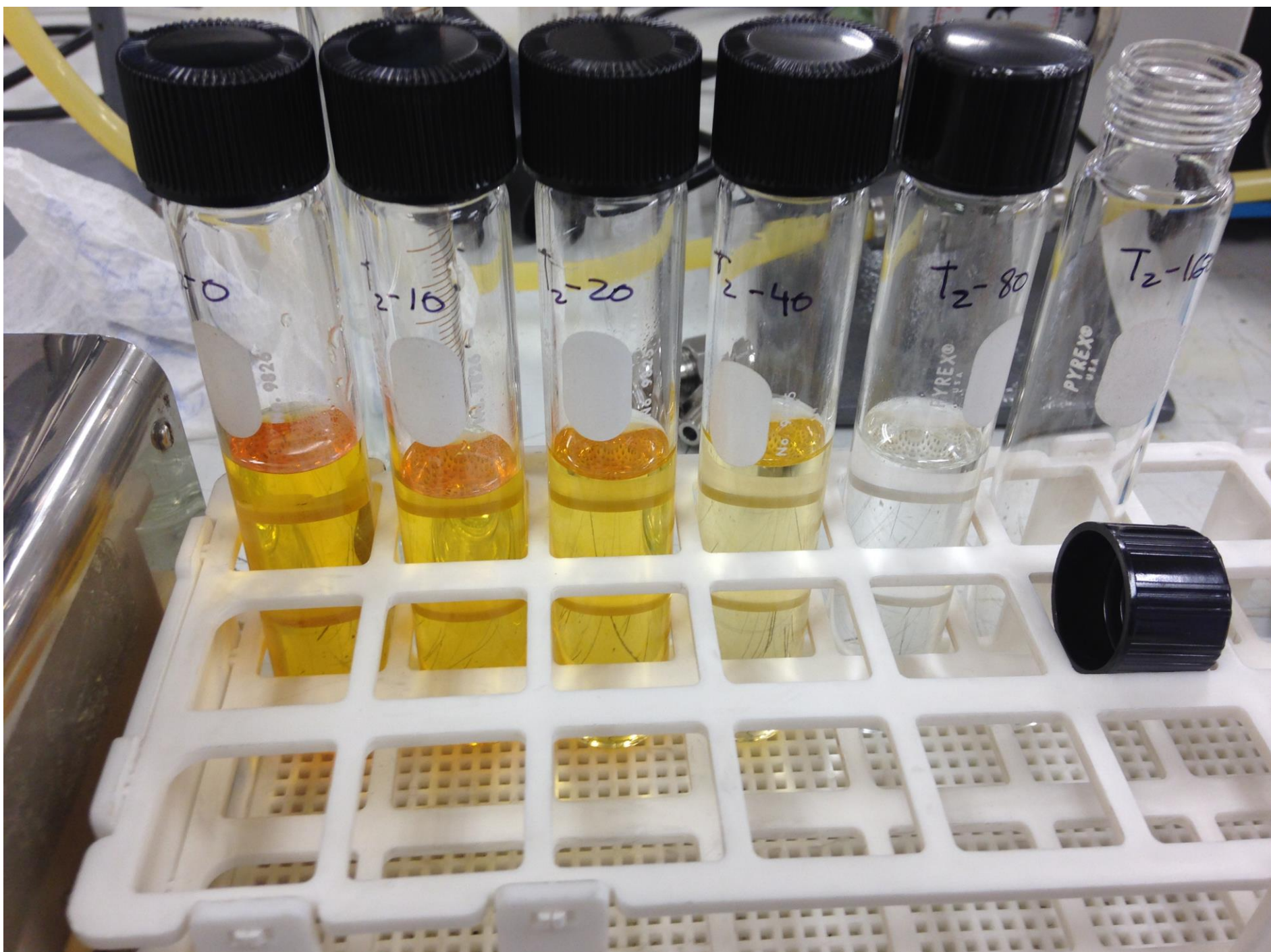
# Sistema Fotocatalítico de Decoloración del Anaranjado de Metilo











T2-10

T2-16

T2-20

T2-40

T2-80

T2-16

9826

9826

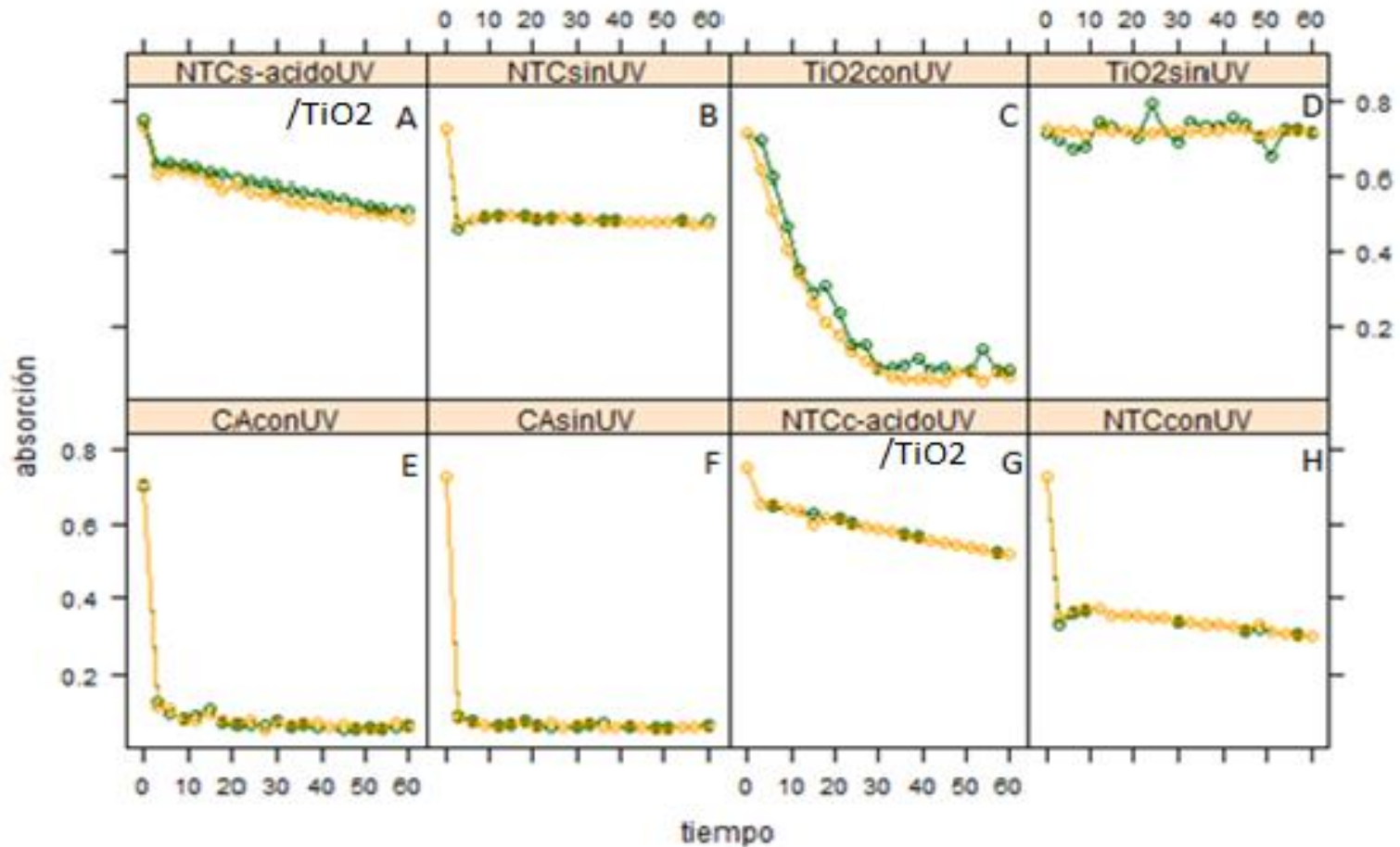
9826

No. 9826

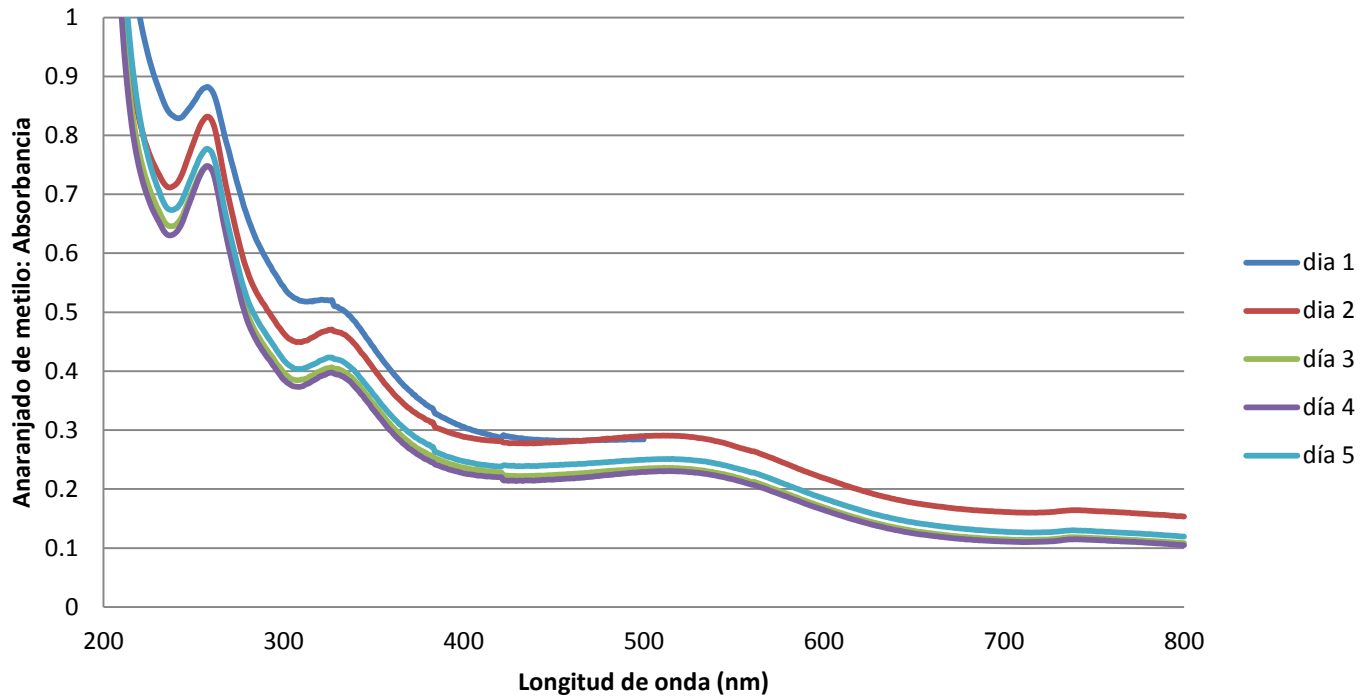
PYREX  
U.S.A.

PYREX  
U.S.A.

# Ensayos de degradación fotocatalítica de anaranjado de metilo (duplicados)



# Degradación microbiológica (*Aspergillus* sp.)



# Pruebas ecotoxicológicas

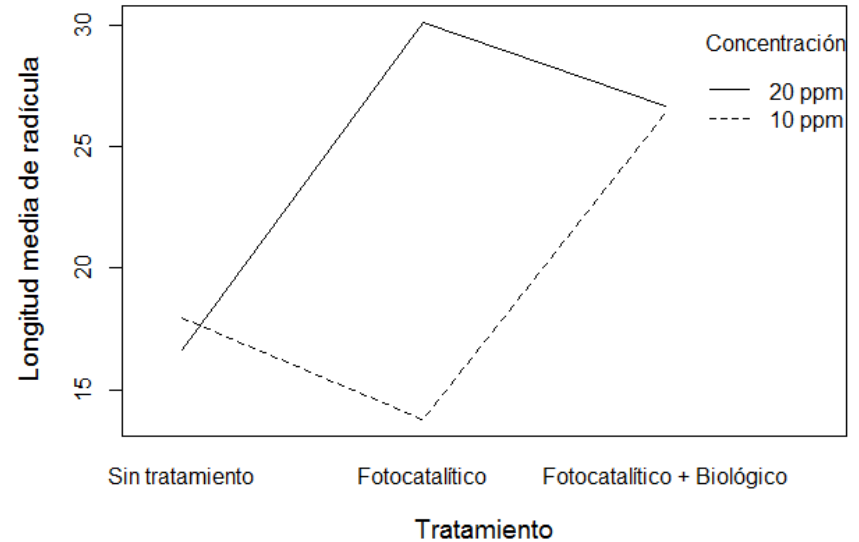
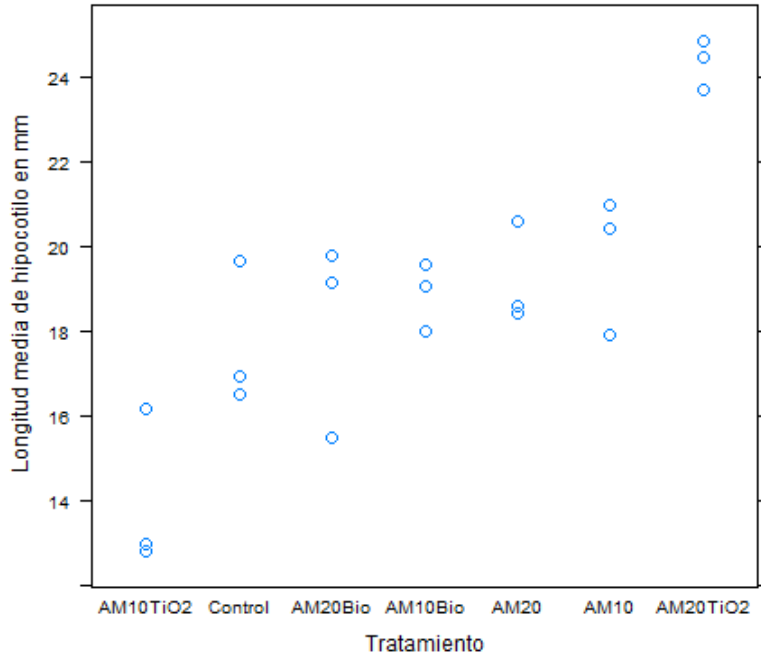
**IDIC**

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
UNIVERSIDAD DE LIMA

Pruebas *t* y Tukey al 5% para comparar las medias de las longitudes de radícula e hipocotilo con 7 tratamientos de aguas en semillas germinadas de lechuga. Medias que comparten la misma letra no presentan diferencias significativas.

Longitud de radícula				Longitud de hipocotilo			
Tratamiento	Media	Tukey	t	Tratamiento	Media	Tukey	t
AM20TiO2	30.15	a	a	AM20TiO2	24.33	a	a
AM20Bio	26.69	ab	a	AM10	19.77	b	b
AM10Bio	26.42	ab	ab	AM20	19.19	b	b
Control	22.11	ab	abc	AM10Bio	18.87	b	b
AM10	17.95	ab	bc	AM20Bio	18.15	bc	b
AM20	16.64	ab	c	Control	17.72	bc	b
AM10TiO2	13.76	b	c	AM10TiO2	14	c	c

# Pruebas ecotoxicológicas (I)

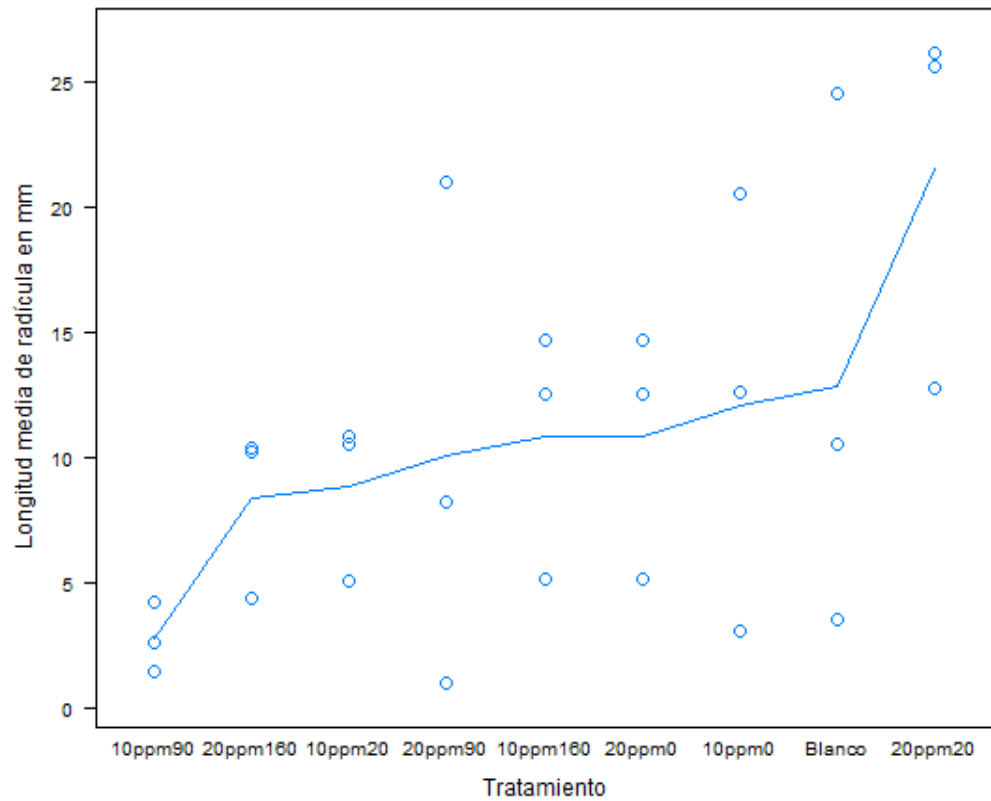


Prueba *t* al 5% para comparar las medias de las longitudes de radícula e hipocotilo con 9 tratamientos de aguas en semillas germinadas de lechuga. Medias que comparten la misma letra no presentan diferencias significativas.

Longitud de radícula			Longitud de hipocotilo		
Tratamiento	Media	t	Tratamiento	Media	T
20ppm20	21.51	a	20ppm20	12.43	A
Blanco	12.87	ab	20ppm90	7.728	Ab
10ppm0	12.1	ab	10ppm0	7.16	Ab
10ppm160	10.83	ab	20ppm0	7.105	Ab
20ppm0	10.83	ab	10ppm160	7.105	Ab
20ppm90	10.09	ab	Blanco	6.616	Ab
10ppm20	8.861	b	20ppm160	5.685	Ab
20ppm160	8.373	b	10ppm20	5.474	Ab
10ppm90	2.808	b	10ppm90	3.399	B

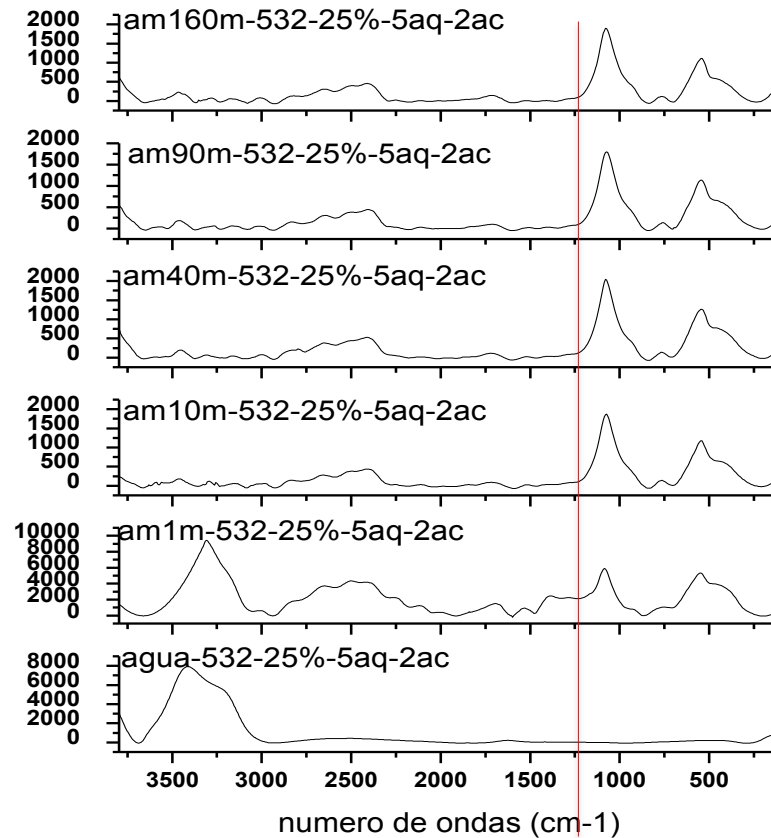


# Pruebas ecotoxicológicas (II)

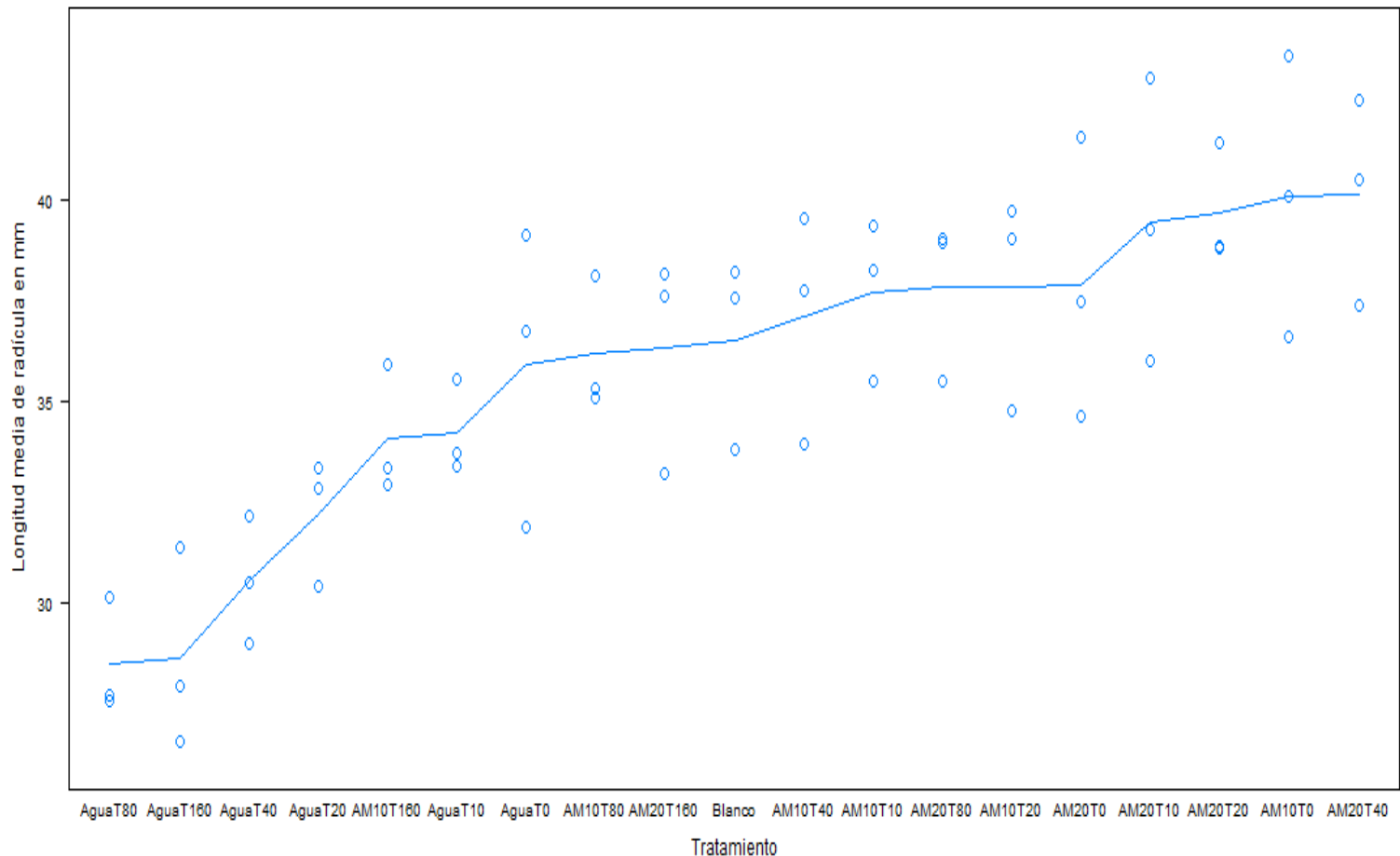


# Espectros Raman del producto del tratamiento

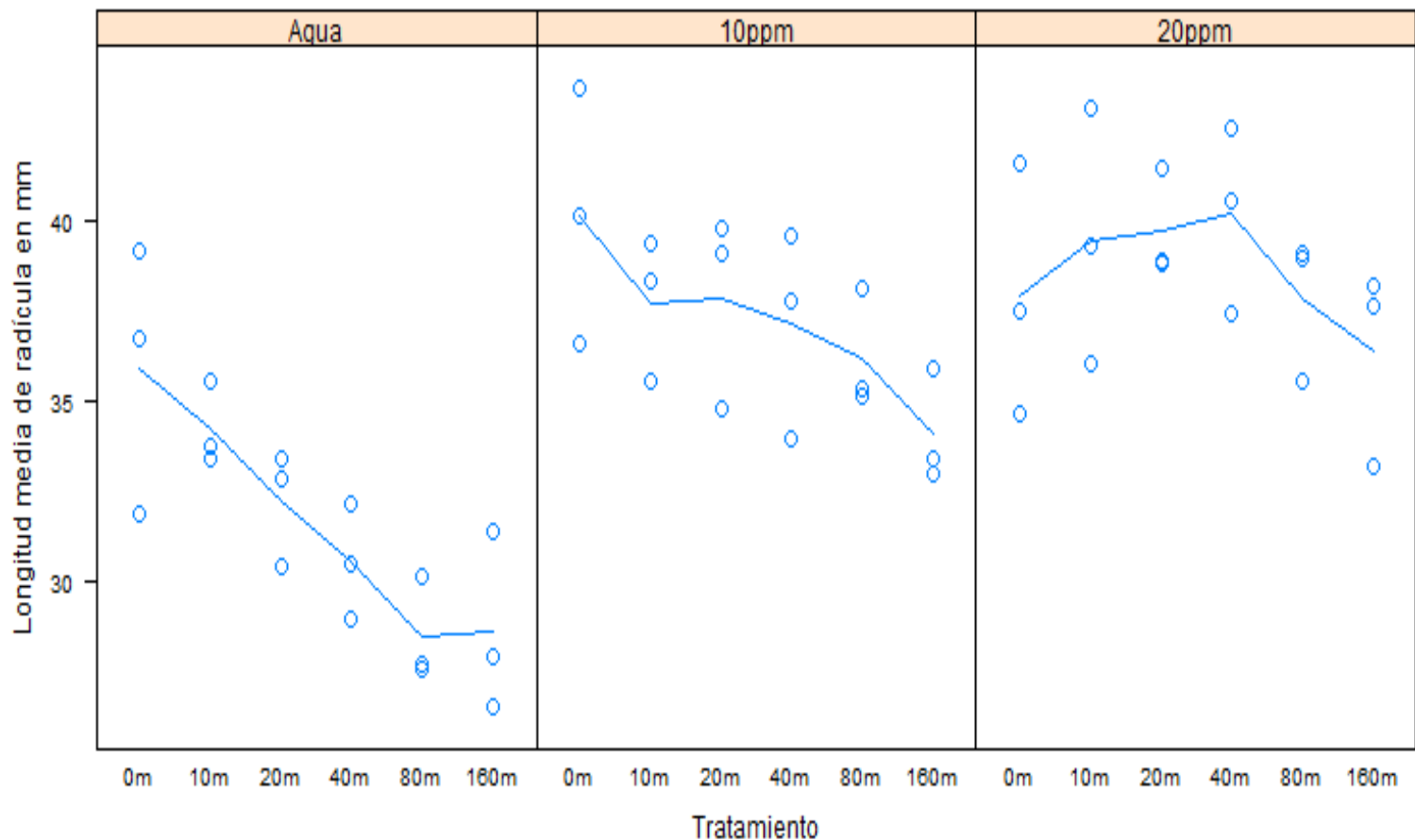
253.7 nm y 200 mg TiO<sub>2</sub>/L



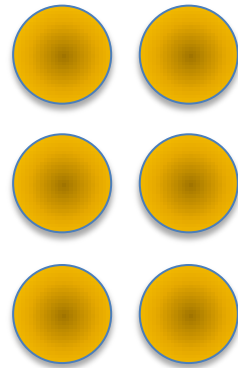
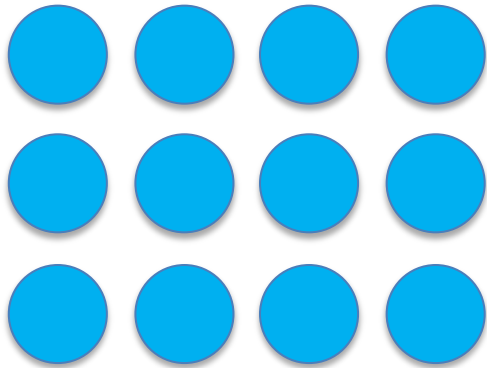
Longitud media de radícula en mm para cada tratamiento. Cada punto corresponde a la media de una placa Petri con 10 semillas (30 semillas para el Blanco). Se tienen 3 repeticiones por tratamiento.



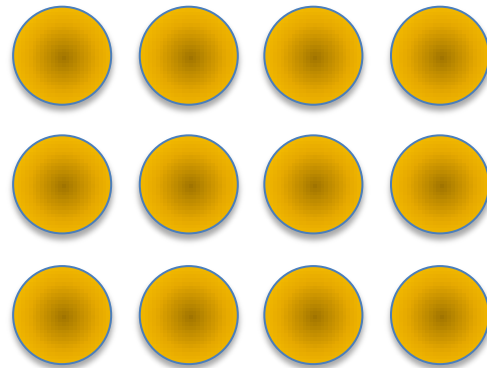
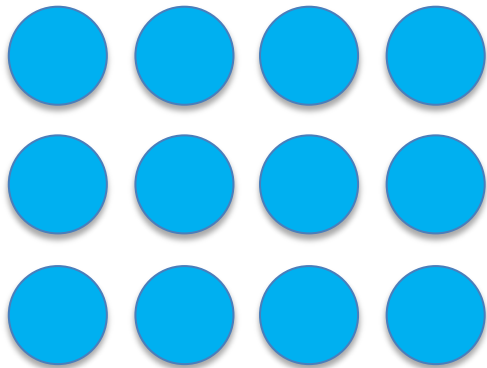
Longitud media de hipocotilo en mm para agua con 10 ppm y 20 ppm de anaranjado de metilo, sin tratamiento y con tratamiento fotocatalítico durante 20, 90 y 160 minutos, tomadas sobre placas Petri con 10 semillas de lechuga.



# Otra hipótesis



10 ppm



20 ppm

Especies oxidantes

Anaranjado de metilo

# Conclusiones

El uso de nanotubos de carbono como soporte para el dióxido de titanio no mostró un buen desempeño según los ensayos realizados al ser comparado con el dióxido de titanio solo.

El tratamiento fotocatalítico con  $\text{TiO}_2$  es efectivo en la remoción del color que muestran las soluciones acuosas que contienen 10 o 20 mg/L de anaranjado de metilo.

La biodegradación sola actúa de manera muy poco eficiente al ser comparada con el tratamiento fotocatalítico.

Los productos de reacción de la degradación fotocatalítica del anaranjado de metilo muestran toxicidad cuando se expone semillas de *Lactuca sativa* durante los ensayos ecotoxicológicos.

La toxicidad parece eliminarse si el producto del tratamiento fotocatalítico es sometido al tratamiento biológico posterior.