

“Remoción de microplásticos por medio de nanopartículas magnéticas y procesos de oxidación avanzada”

P R E S E N T A

M. En C. Oscar Ignacio Cervantes Arreola



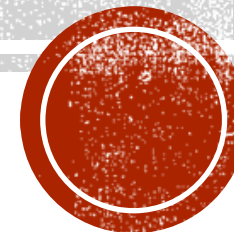
Universidad Autónoma de Madrid

En cotutela con la

Universidad de Guadalajara

Director: Dra. Pilar Herrasti González

Co-director: Dr. Norberto Casillas Santana



Contenido

1. Introducción

1.1 Motivación

1.2 Antecedentes

2. Objetivos

3. Metodología experimental y resultados preliminares

4. Cronograma de actividades

1. Introducción

Plásticos en la actualidad

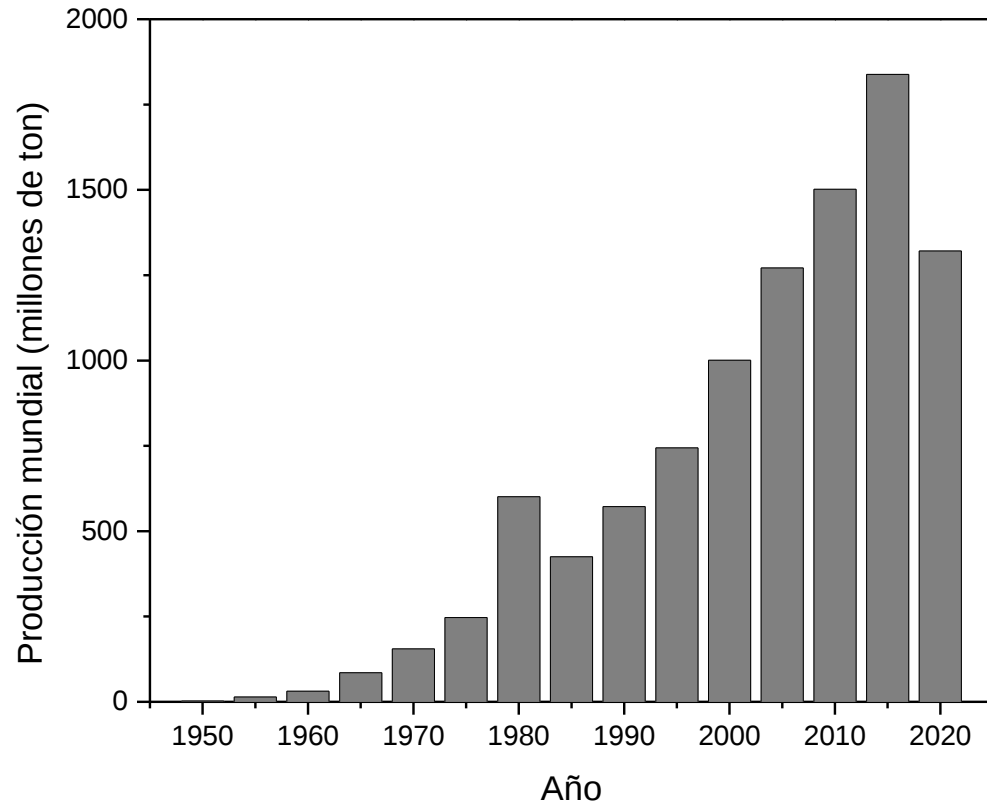


Figura 1. Millones de toneladas de plástico producidas mundialmente. Acumulativo de cada lustro con datos hasta 2019

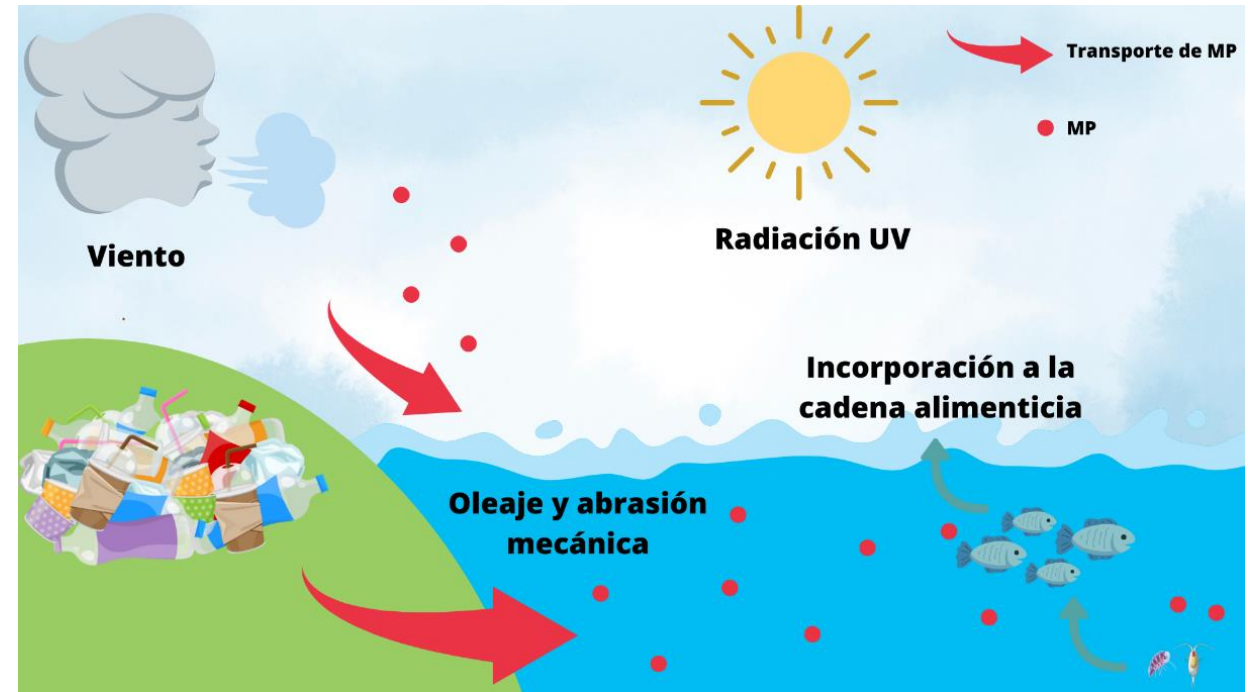
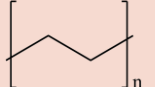
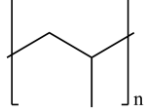
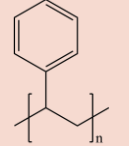
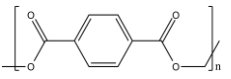
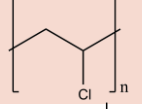
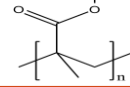


Figura 2. Ejemplo del proceso de incorporación de los MP a los ecosistemas, cadena alimenticia y su transporte.

Propiedades de los MP

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas para distintos MP.

Nombre	Estructura	Cristalinidad / Polaridad / PZC
Polietileno (PE)		Semicristalina / No polar / 6.63
Polipropileno (PP)		Semicristalina / No polar / 6.76
Poliestireno (PS)		Amorfa / Baja polaridad / 6.69
Tereftalato de polietileno (PET)		Semicristalina / Polar 6.5
Cloruro de polivinilo (PVC)		Amorfa / Polar / 6.65
Polimetilmetacrilato (PMMA)		Amorfo / Polar / 4.2

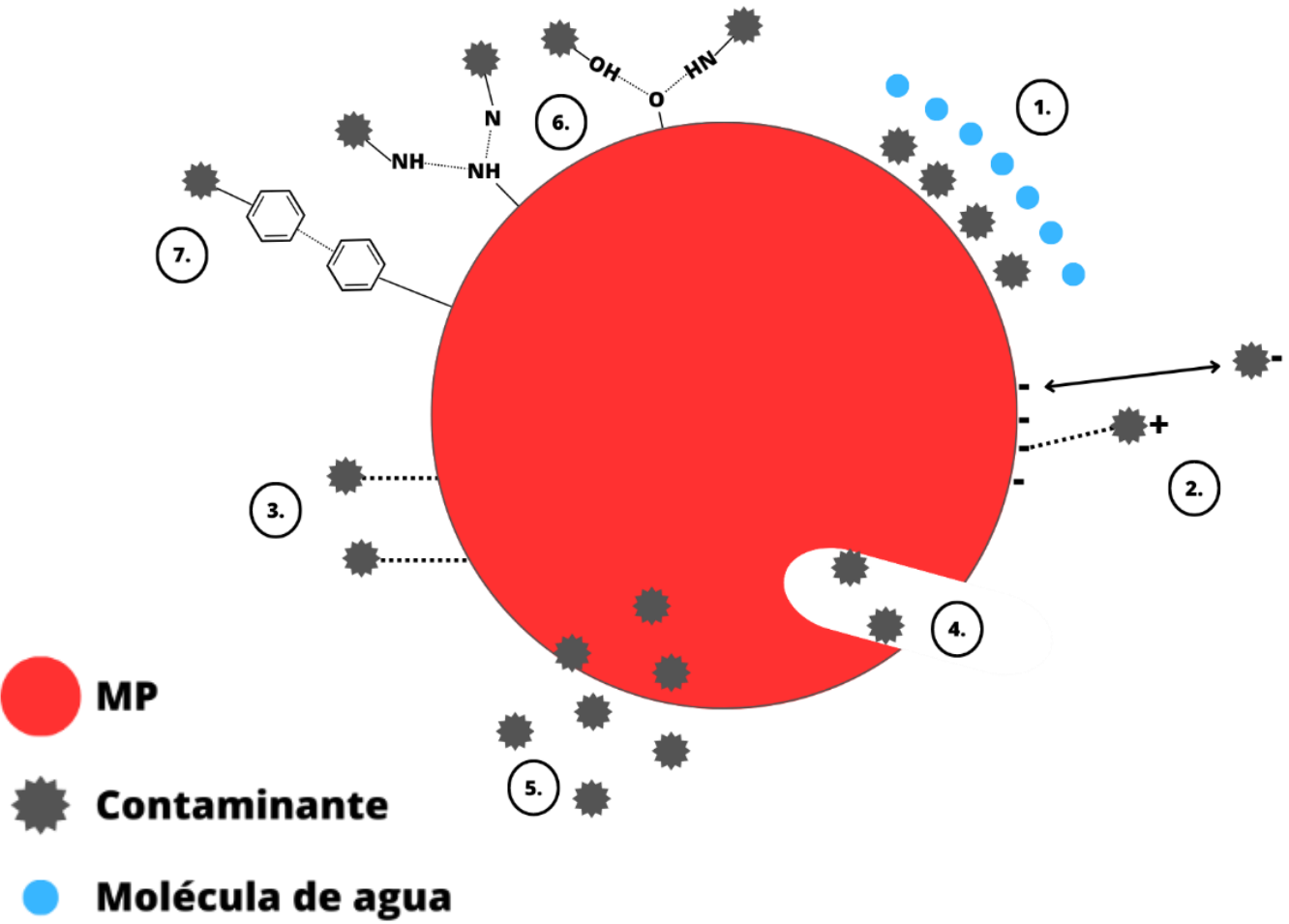
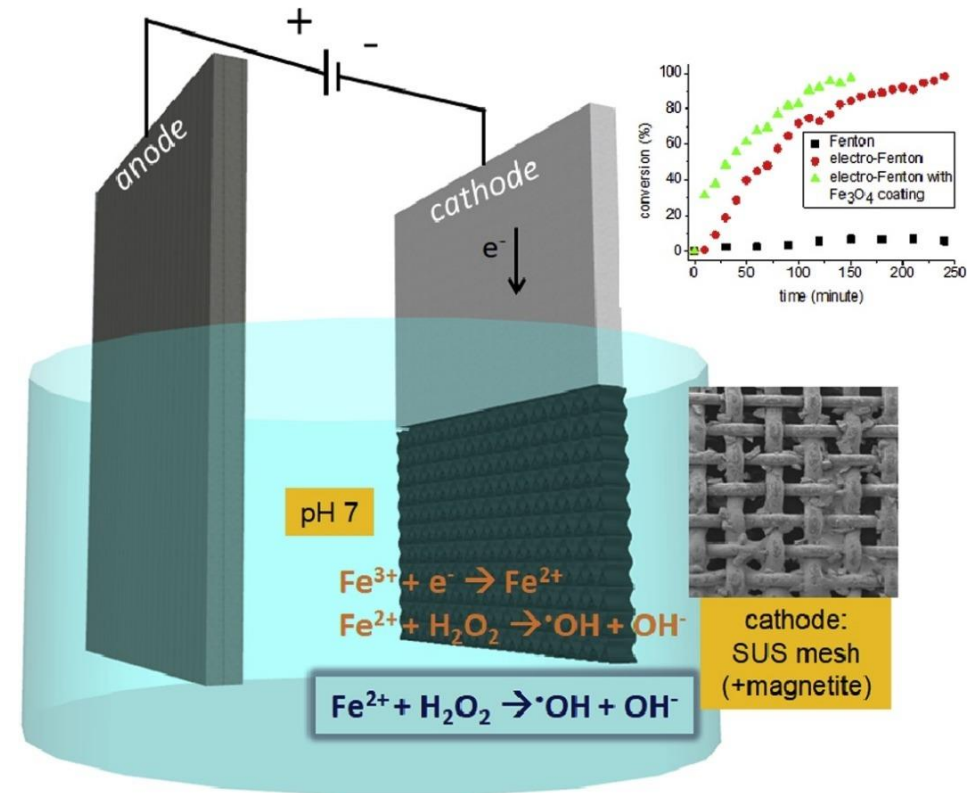
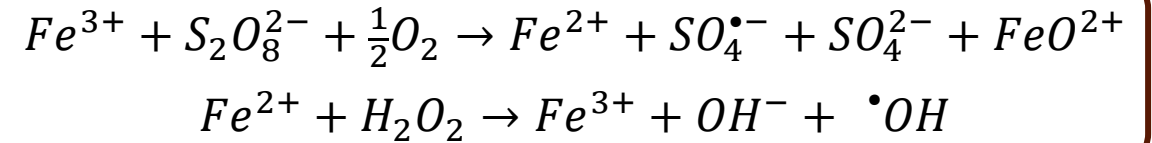


Figura 3. Mecanismos de adsorción de contaminantes sobre MP.

Procesos de Oxidación Avanzada (POAs)

Tabla 2. Potenciales de oxidación de diversas especies vs. NHE.

Especie	E° (V) vs. NHE
Radical sulfato	3.10
Flúor	3.03
Radical hidroxilo	2.80
Peróxido de Hidrógeno	1.78
Radical peróxido	1.70
Permanganato	1.68
Ácido hipobromoso	1.59
Cloro dióxido	1.57
Ácido hipoclorico	1.45
Cloro	1.36
Bromo	1.09
Iodo	0.54

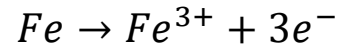


Choe, Y.J.; et. al. *Catal.* (2019)

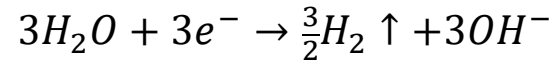
La electrocoagulación para la remoción de MP

Fundamentos del proceso de electrocoagulación

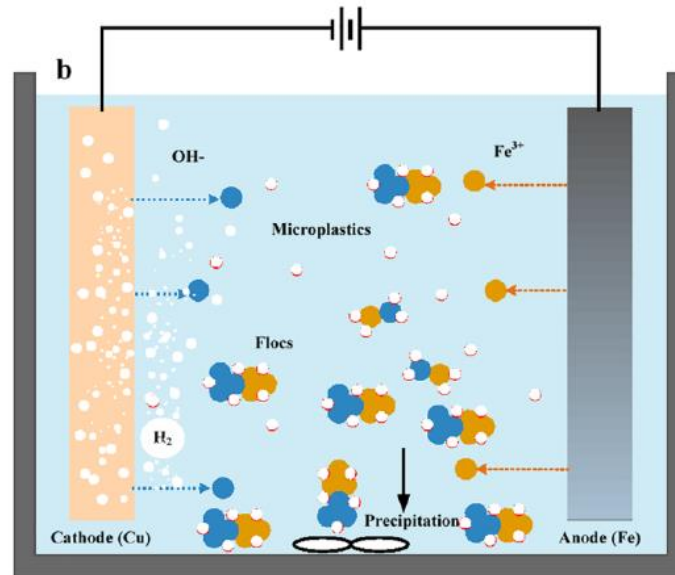
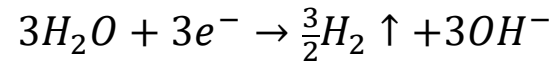
Reacción en el ánodo



Reacción en el cátodo

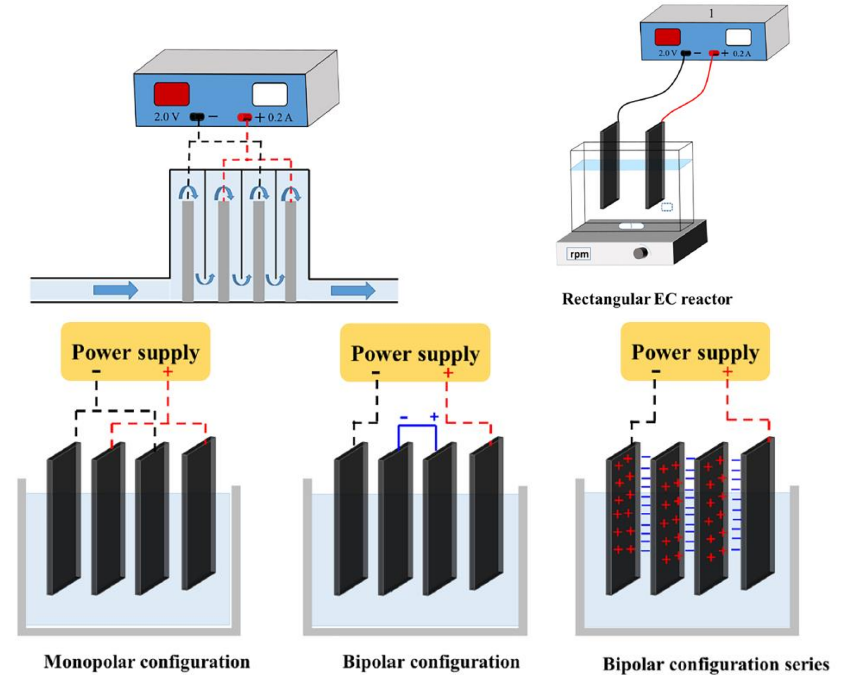


Reacción global

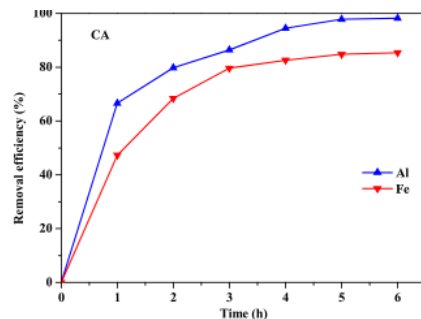


Shen, M; et. al. *Chem. Eng. J.* (2022)

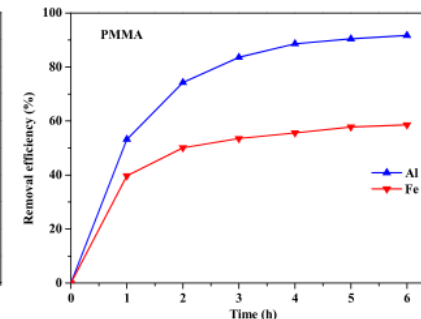
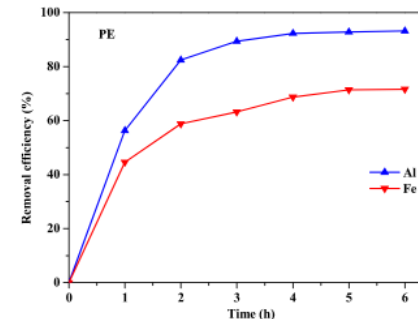
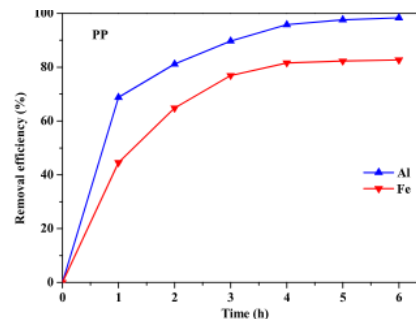
Optimización de las condiciones de operación



Liu, F; et. al. *Chem. Eng. J.* (2023)



Shen, M; et. al. *Chem. Eng. J.* (2022)



2. Objetivos

■ **Objetivo general**

- Remover microplásticos (MP) de medios acuosos mediante procesos de oxidación avanzada (POAs) y electrocoagulación.

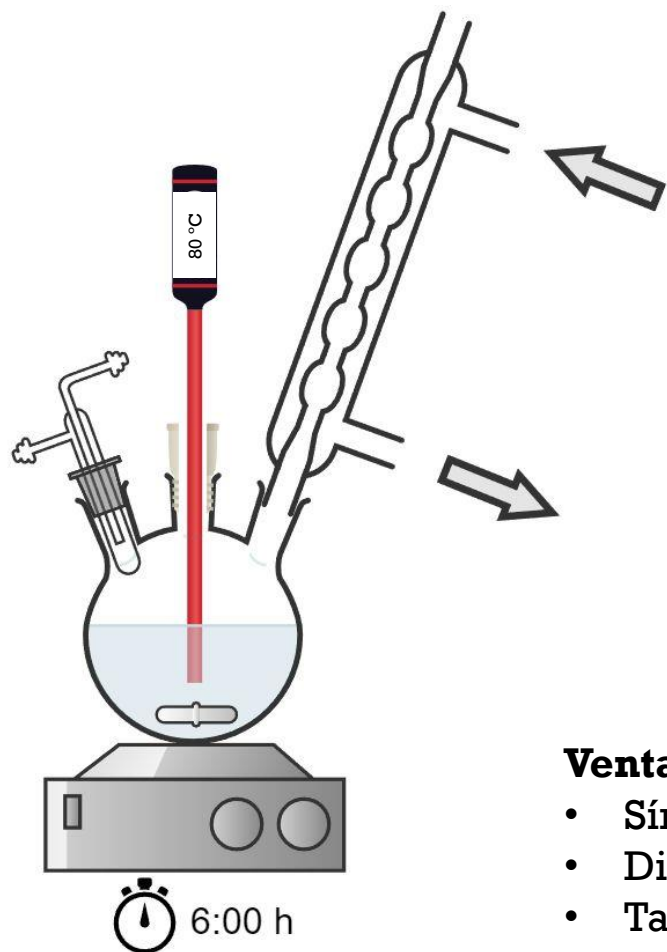
■ **Objetivos específicos**

1. Analizar la degradación de MP aplicando procesos de oxidación avanzada (POA) y nanopartículas magnéticas.
2. Evaluar la adsorción de contaminantes emergentes (e.g., antibióticos) sobre los MP antes y después de ser degradados.
3. Cuantificar la eficiencia de remoción de MP utilizando electrocoagulación.

3. Metodología experimental y resultados preliminares

Producción de microplásticos (MP)

Partículas modelo: Microplásticos de poliestireno (MP-PS)



Condiciones:

- 10 mL Estireno
- 5 mL SPS (26.4 g/L)
- 150 mL H₂O

Caracterización:

- FTIR
- SEM
- DLS
- Potencial ζ

Ventajas:

- Síntesis sencilla
- Distribución estrecha
- Tamaño < 500 nm
- Estabilidad coloidal

Resultados preliminares

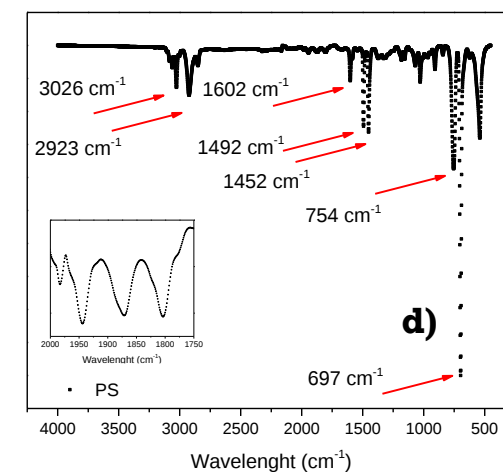
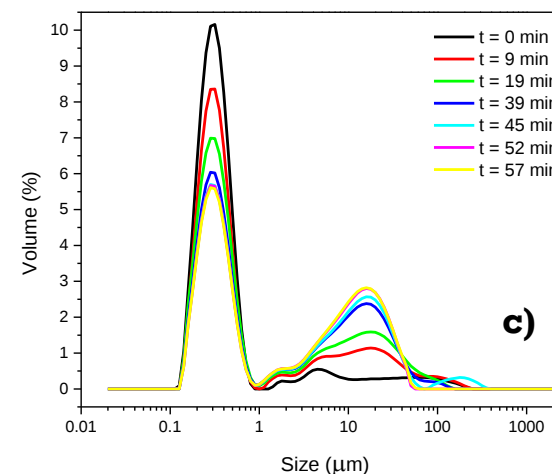
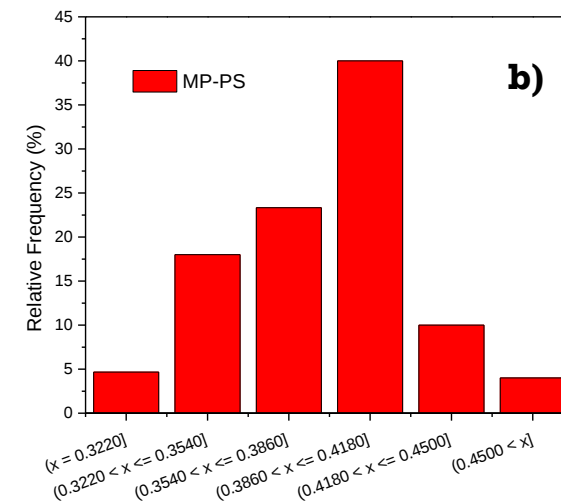
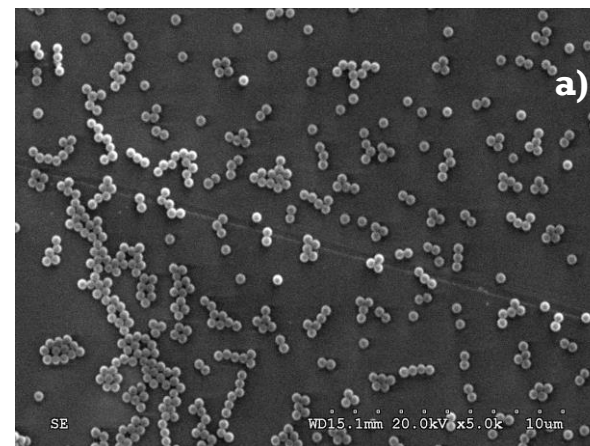
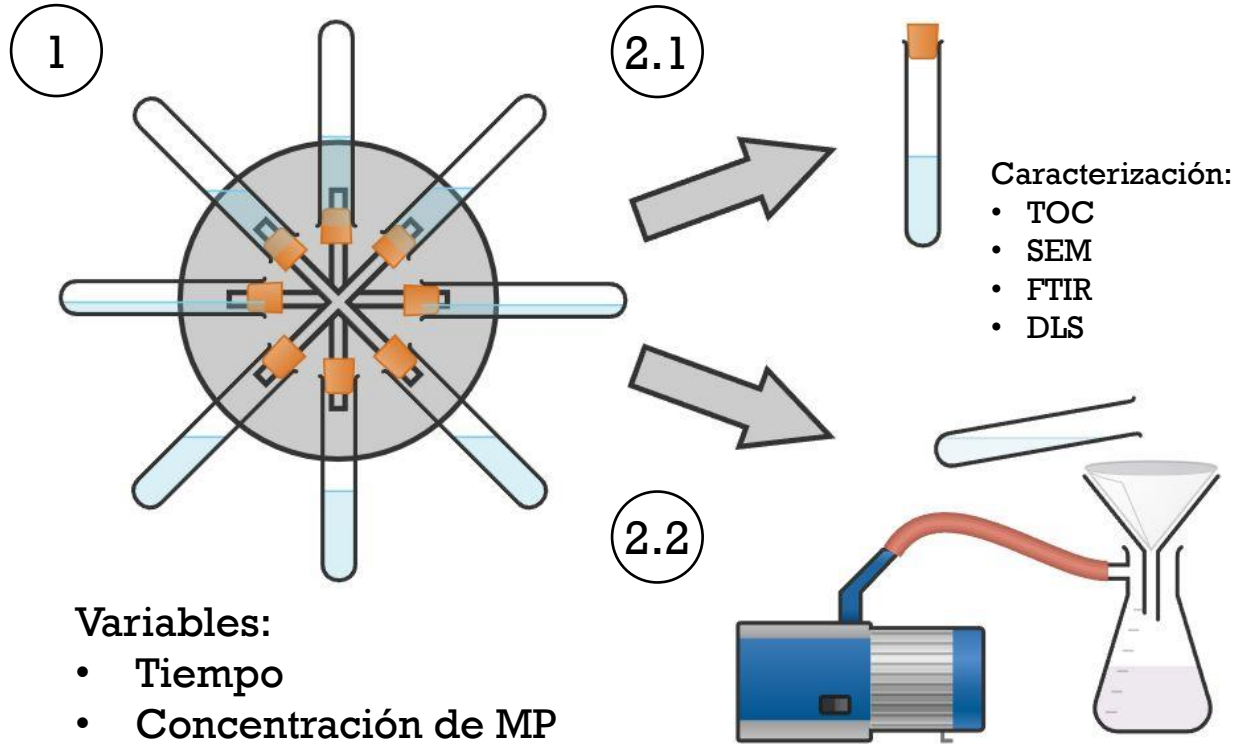


Fig. 4 a) Micrografía SEM para los MP-PS, b) histograma de frecuencias. c) Análisis de radio hidrodinámico en función del tiempo y, d) espectro de FTIR en modalidad ATR para los MP-PS secos.

Degradación mediante reacciones de Fenton



Variables:

- Tiempo
- Concentración de MP
- Fuerza iónica

Sistema homogéneo

Condiciones:

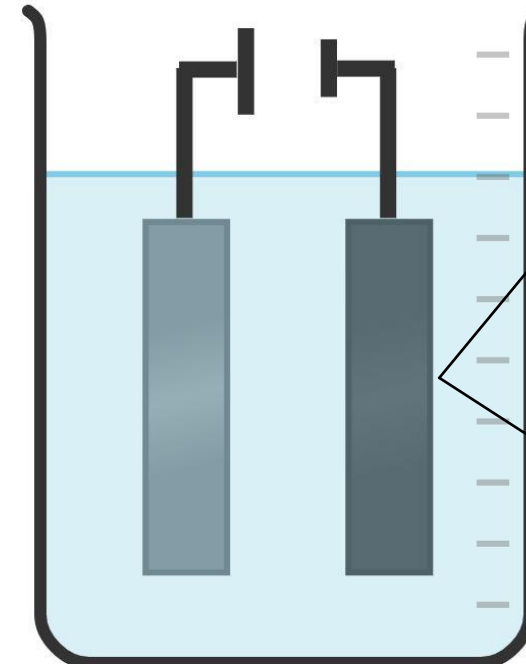
- $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- SPS ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$)
- MP-PS
- Aislados de la luz

Sistema heterogéneo

Condiciones:

- Magnetita como fuente de Fe^{2+}
- SPS ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$)
- MP-PS
- Aislados de la luz

Producción de MNP por el método electroquímico



Cátodo:

Carbón vítreo reticulado (RVP)
Deposición MNP por inmersión

Sistema electro-Fenton

Condiciones:

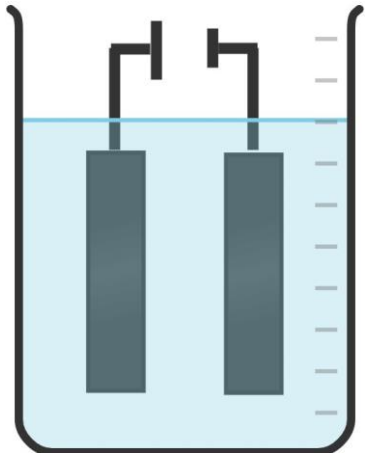
- Magnetita como fuente de Fe^{2+}
- MP-PS

Variables:

- Tiempo
- Concentración de MP y MNP
- Densidad de corriente

Electrocoagulación

Sistema por lotes



Condiciones:

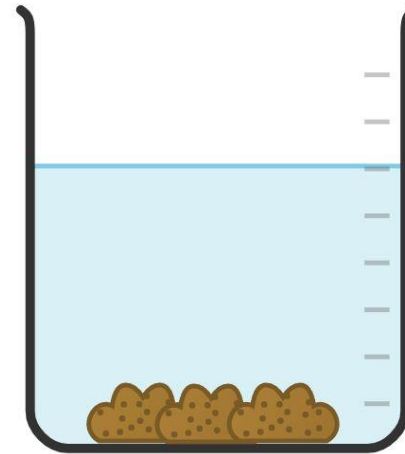
- Soporte (Na_2SO_4)
- MP-PS
- Agitación constante

Variables:

- Tiempo de residencia
- Concentración de MP
- Fuerza iónica
- E, V

Caracterización:

- FTIR
- SEM
- XRD
- Nefelometría

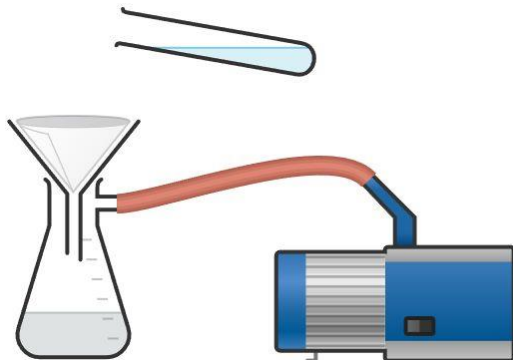
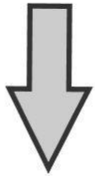
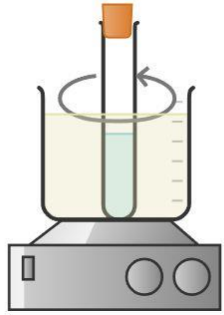


Sistema en flujo

Falta por definir...

Adsorción de antibióticos (ATs) sobre MP

Isotermas de adsorción



Condiciones:

- $[MP-PS] = 1 \text{ mg/mL}$
- $[ATs]_0 = 15 \text{ ppm}$
- Agitación ctte.
- Aislado

Variables:

- Tiempo
- Temperatura
- Antes y después de degradación de MP
- Mezcla

Caracterización:

- UV-vis

Resultados preliminares

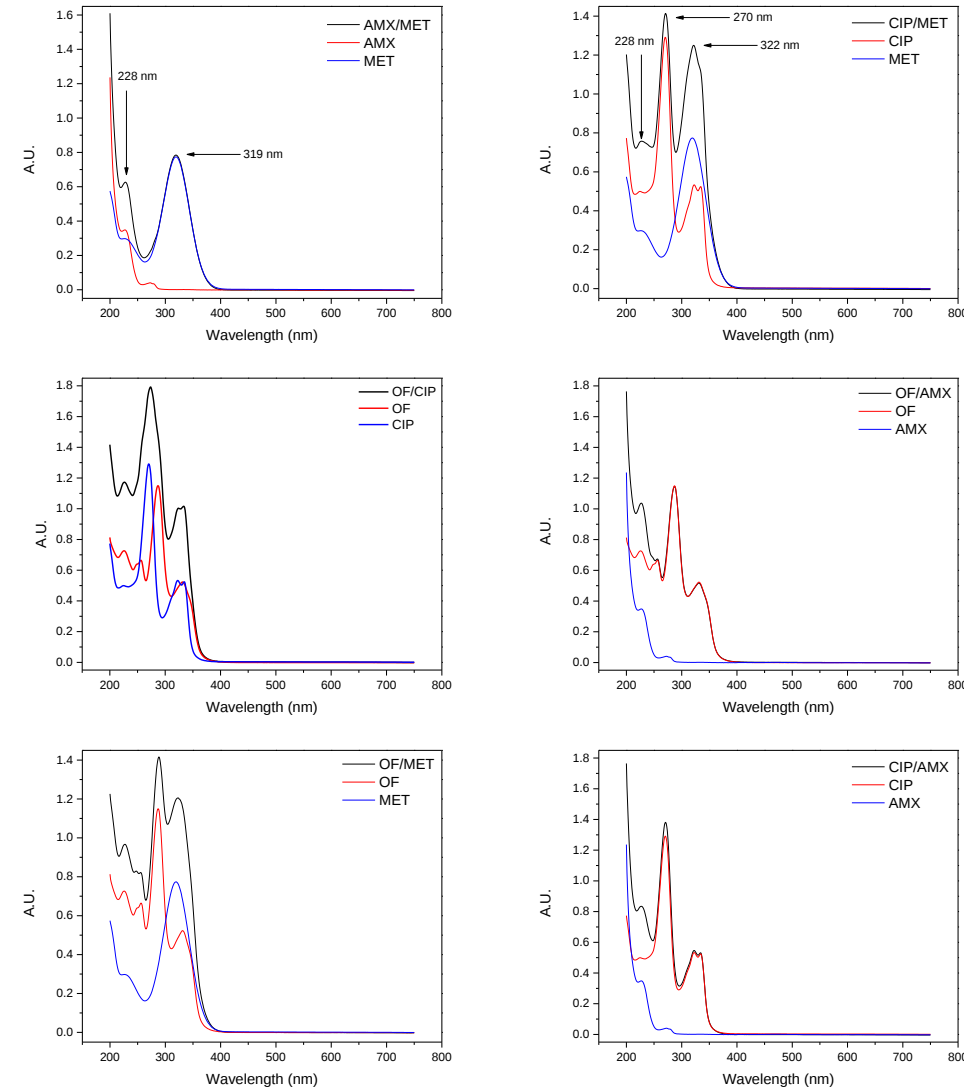


Fig. 5 Espectros de UV-vis para las distintas mezclas de ATs.

Análisis mediante UV-vis

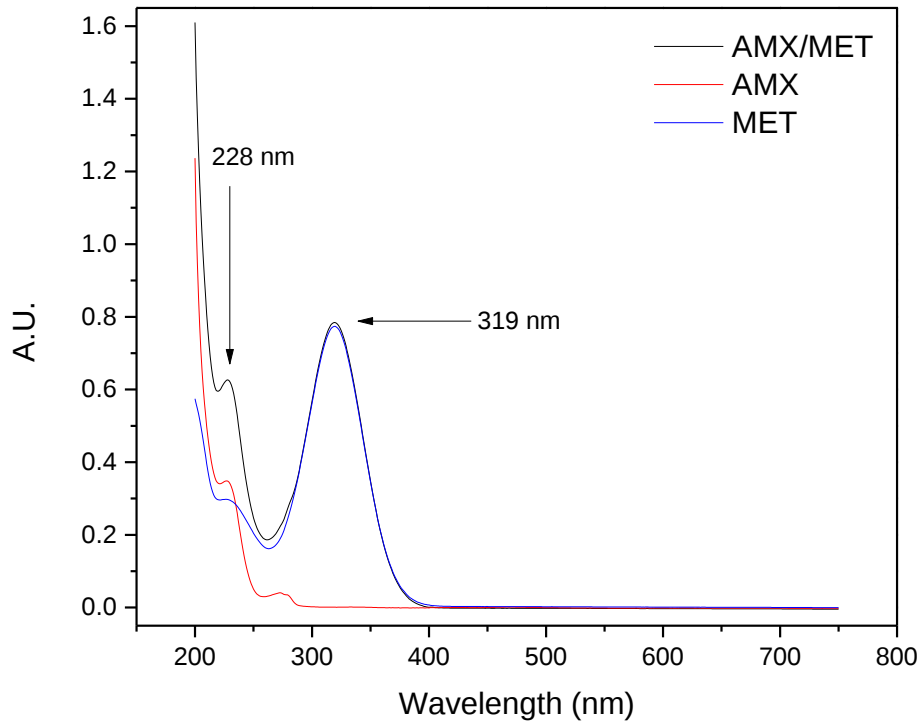
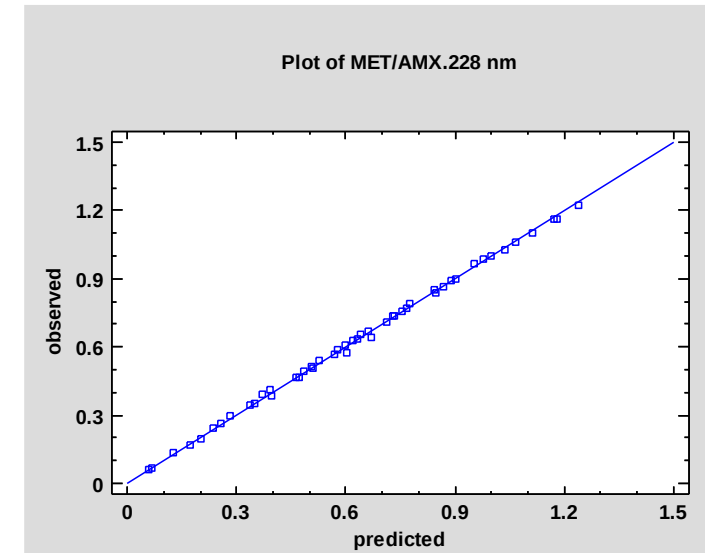


Fig. 6 Espectros de UV-vis para la mezcla AMX/MET 15/15 ppm.



valor-P < 0.05
 $R^2 > 99.97$

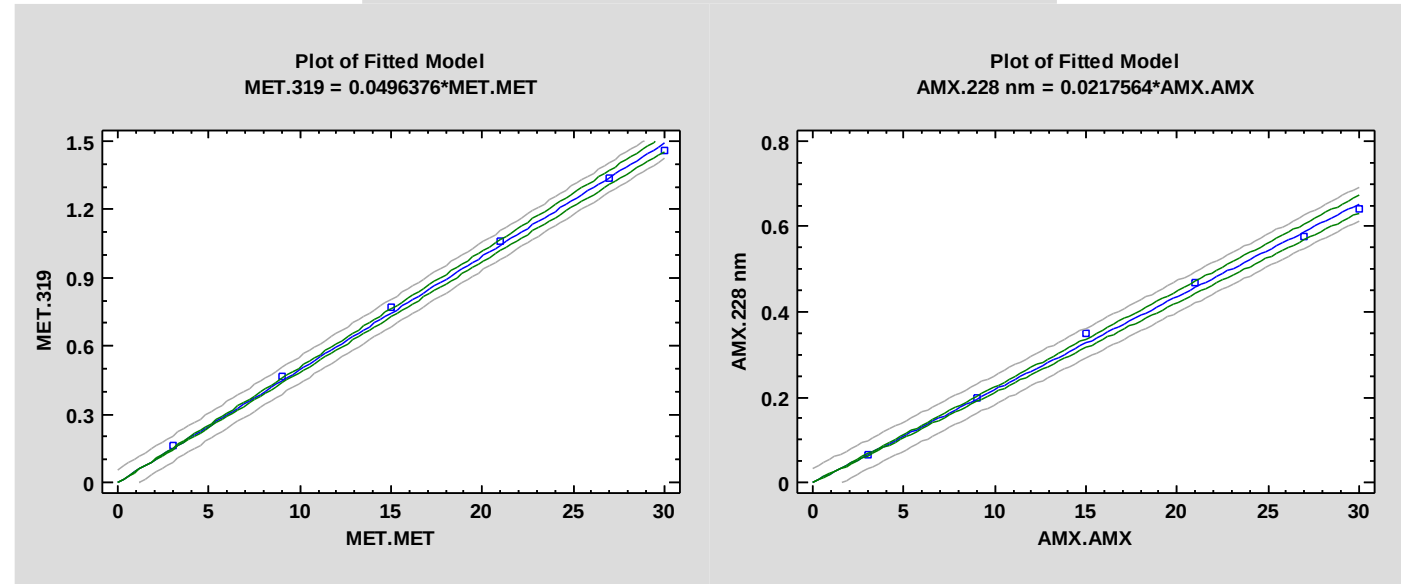


Fig. 7 Curvas de calibración para **a)** la mezcla AMX/MET (regresión múltiple), **b)** MET (regresión simple) **y**, **c)** AMX (regresión simple).

4. Cronograma de actividades

Año	2023												2024						
Actividad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Revisión bibliográfica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Producir MP-PS			✓	✓															
Adsorción sobre MP sin degradar				✓	✓	✓	✓												
Degradación por Fenton homogéneo						✓	✓	✓	✓	✓									
Degradación por Fenton heterogéneo						✓	✓	✓	✓	✓									
Degradación por electro-Fenton							✓	✓	✓	✓	✓								
Adsorción sobre MP degradados									✓	✓	✓	✓							
Electrocoagulación por lotes									✓	✓	✓	✓							
Electrocoagulación en flujo											✓	✓	✓	✓	✓				
Publicación de artículo en revista indexada													✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Redacción de tesis					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Presentación de tesis																			✓

FIN DE LA PRESENTACIÓN