



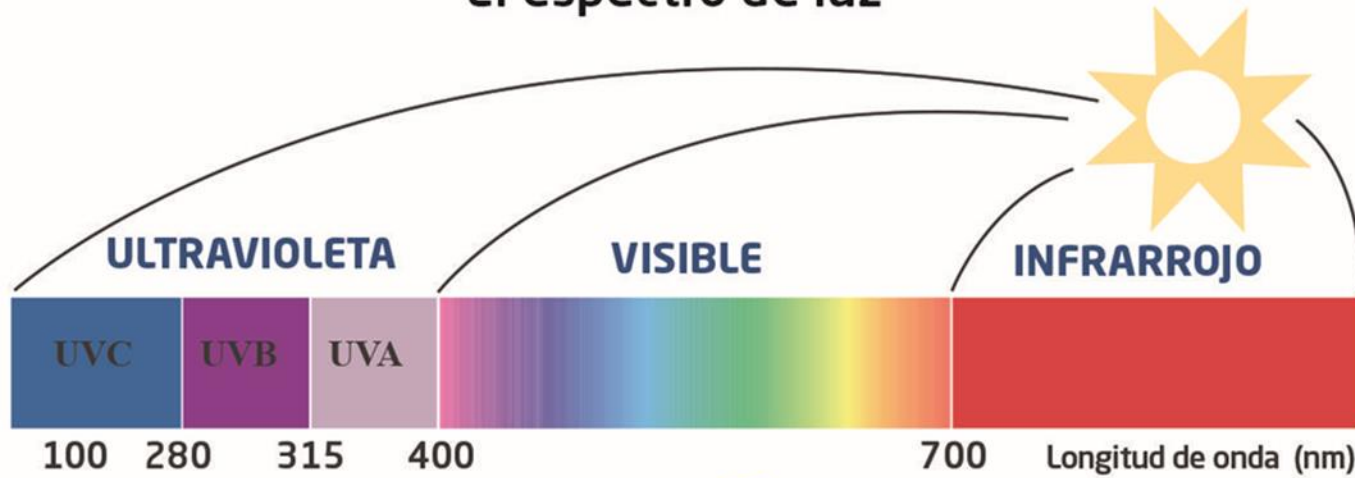
UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

Séptimo encuentro de egresados de la escuela profesional de Física 2022 (EGRE-EPF-2022)

Desarrollo de materiales compósitos de metal polímero para su aplicación en detección y protección a la radiación ultravioleta.

Javier Fernando Rios Orihuela.

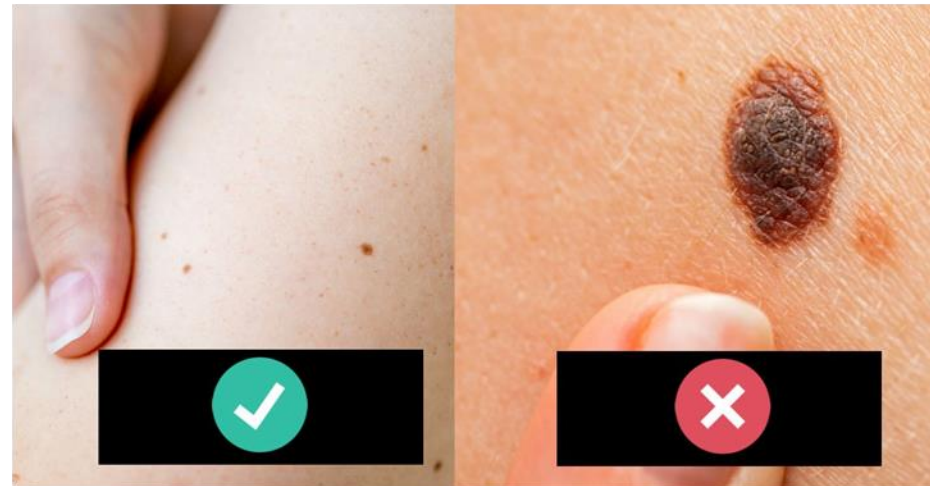
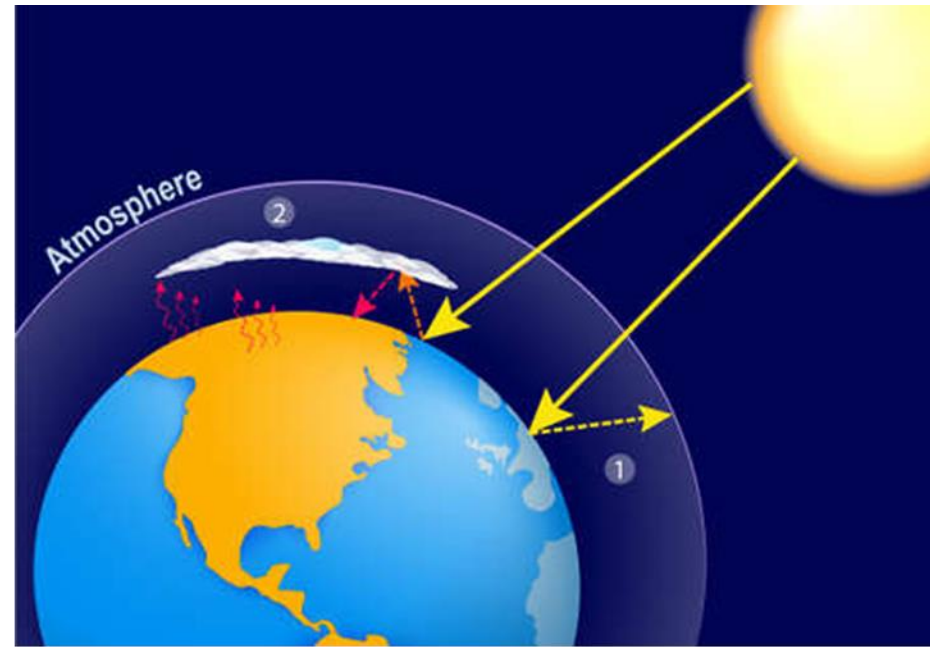
El espectro de luz



5%

Rayos UV

- Romper el colágeno de la piel.
- Producir Radicales Libres.
- Pecas.
- Arrugas.
- Inflamación.
- Foto envejecimiento cutáneo.
- Daño oxidativo en la piel.
- Cáncer de piel.



BLOQUEADORES SOLARES

ORGANICOS

- Para-aminobenzoico
- Benzofenonas

INORGANICOS







- TiO_2
- ZnO
- SiO_2
- CeO_2

Tanto para bloqueadores orgánicos e inorgánicos presentaron efectos inflamatorios o tóxicos en las células de la piel

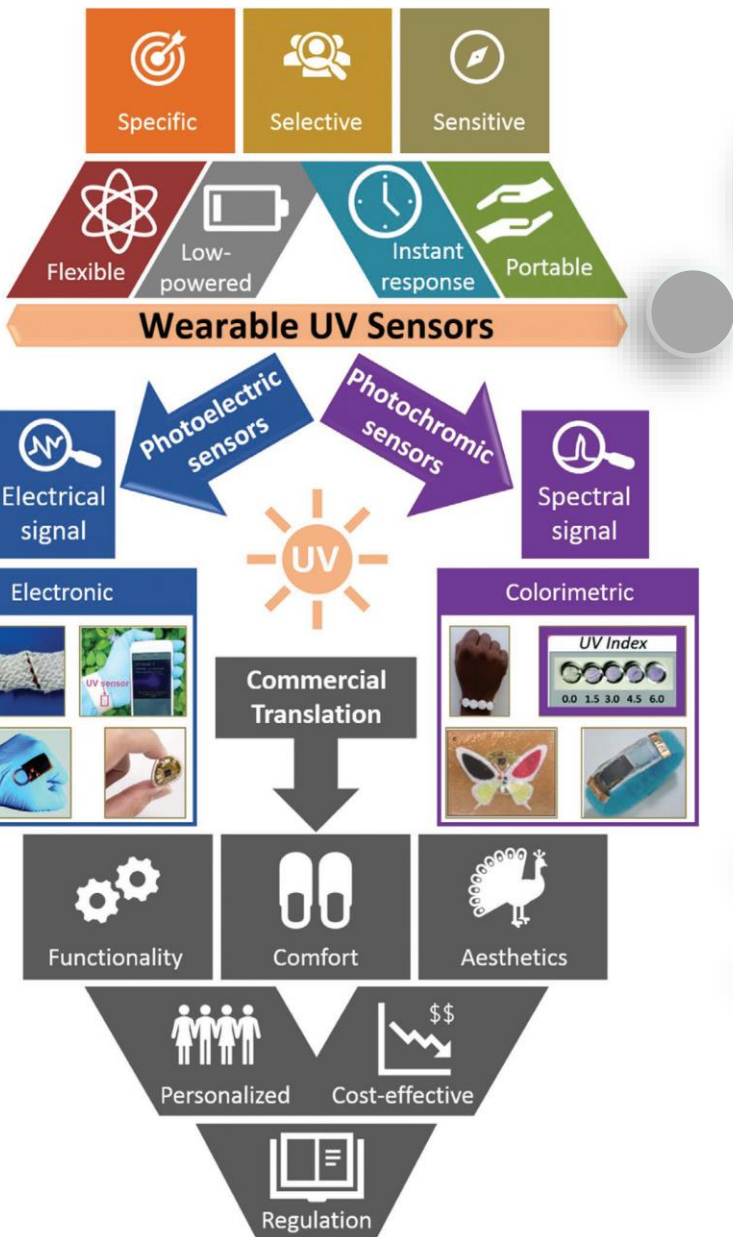


- La capacidad de detectar con precisión el tipo y la intensidad de la radiación ultravioleta es de suma importancia para una gestión segura y eficaz a la exposición.
- De acuerdo a la escala de Fitzpatrick.

Tabla 1. Dosis eritemales mínimas (MED) de UVB y UVA para diferentes tipos de piel. Reproducido bajo los términos y condiciones de licencia CC-BY

Skin type		I	II	III	IV	V	VI
Skin color							
		Very fair	Fair	Medium	Olive	Brown	Dark brown
MED	UVB (J m^{-2})	200–300	250–350	300–500	450–600	600–1000	1000–2000
	UVA (J m^{-2})	200–350 ($\times 10^3$)	300–450 ($\times 10^3$)	400–550 ($\times 10^3$)	500–800 ($\times 10^3$)	700–1000 ($\times 10^3$)	>1000 ($\times 10^3$)

W. Zou, A. Gonzalez, D. Jampaiah, R. Ramanathan, M. Taha, S. Walia, S. Sriram, M. Bhaskaran, J. M. Dominguez-Vera, V. Bansal, Skin color-specific and spectrally-selective naked-eye dosimetry of UVA, B and C radiations, *Nat. Commun.* 2018, 9, 3743.



Sensores UV
Fotocrómicos

Muestran un cambio en la absorbancia cuando son expuestos a una radiación UV.

se basan en tintes fotoactivos que cambia de color al exponerse a la radiación UV.

Un cambio en el pH

Un cambio en el estado redox de la molécula colorante

Un cambio en la conformación del isómero

Los cambios de color

Figura 1. Esquema de caracterizando los sensores UV en sensores fotoeléctricos y fotocromáticos según su mecanismo de operación y salida de señal.

W. Zou, M. Sastry, J. Gooding, R. Ramanathan, V. Bansal, *Recent Advances and a roadmap to wearable UV sensor technologies*, *Adv. Mater. Technol.* 2020, 1901036.

Ejemplo de sensores comerciales UV



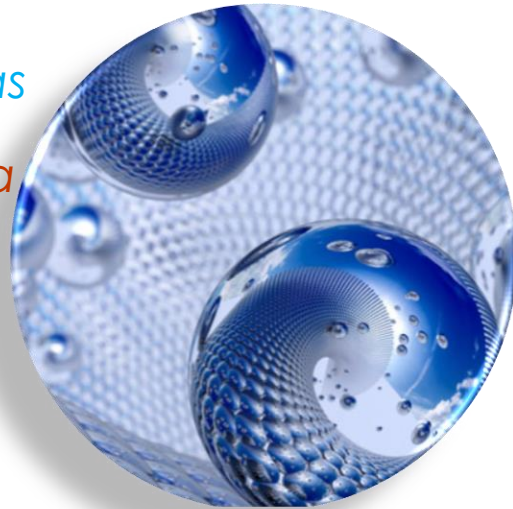
Figura 2. Ejemplos de sensores UV lanzados comercialmente. a) “My skin track UV”. b) “Shade” se usa en la ropa. c) “My UV patch” escaneando el parche usando un teléfono inteligente donde se muestra el parche antes y después de la exposición a los rayos UV. d) “Sundicator” la banda es inicialmente incolora pero se vuelve púrpura después de la activación en el solo por 1 min luego continúa volviéndose púrpura más claro con la exposición de los rayos UV. e) “SPOTMYUV” la etiqueta aparece transparente después de la activación después de la exposición a los rayos UV la etiqueta va cambiando a púrpura.

W. Zou, M. Sastry, J. Gooding, R. Ramanathan, V. Bansal, *Recent Advances and a roadmap to wearable UV sensor technologies*, *Adv. Mater. Technol.* 2020, 1901036.

NANOPARTICULAS DE PLATA

Propiedades Físicas

- Magnéticas
- Eléctricas
- Ópticas
- Mecánicas



PolyVinylAlcohol (PVA)

- Alta resistencia a la tracción
- Alto modulo de tracción
- Alta adhesión superficial con NP.

- No es toxico.
- No cancerígeno
- Altamente biocompatible
- Biodegradable

- Propiedad antimicrobiana
- Antiinflamatoria
- Captadoras de radicales libres
- Brindan protección a las células de la piel

Se utiliza

- Diversos dispositivos médicos
- Productos de consumo y farmacéuticos
- Vendajes
- Controlar el crecimiento bacteriano

Se va desarrollar una película de metal polímero con aplicación en detección y protección a la radiación ultravioleta

Los nanocompositos plasmonicos consiste de un componente plasmonico, típicamente una partícula metálica o una estructura nano, encapsulada en una matriz dieléctrica, tal como un polímero o vidrio.

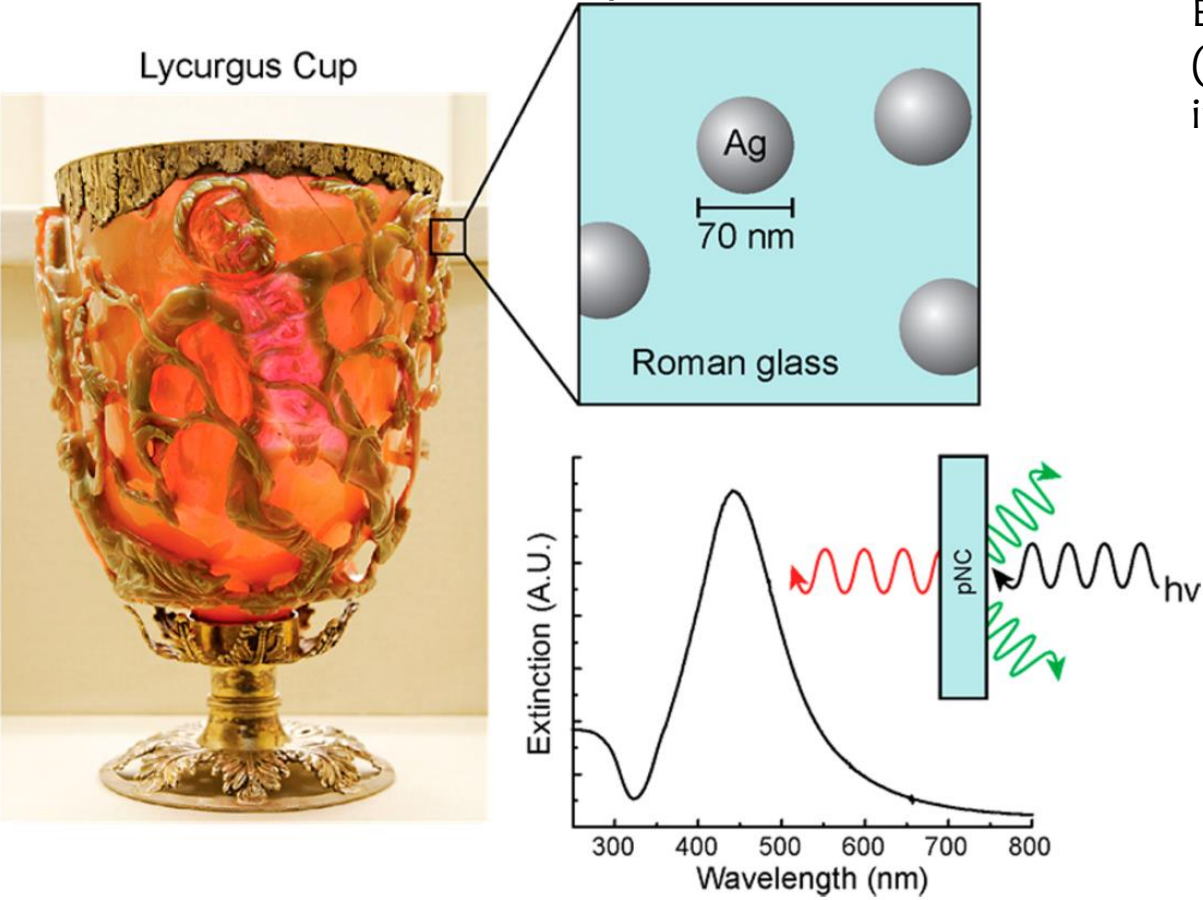


Figura 3. La Copa Lycurgus, uno de los nacompositos plasmonicos más antiguos que se conocen, esta compuesta de vidrio romano incrustado con nanopartículas aleadas de Ag-Au de 70 nm y puede clasificarse como un pNC en Bulk. Foto por Marie-Lan Nguyen tiene licencia CC por 2.5.

la superficie del metal experimenta una oscilación colectiva cuando son excitados por la luz en longitudes de onda específicas.

Esta oscilación es conocida como resonancia de plasmón superficial (SPR), da como resultado propiedades de dispersión y absorción inusualmente fuertes.

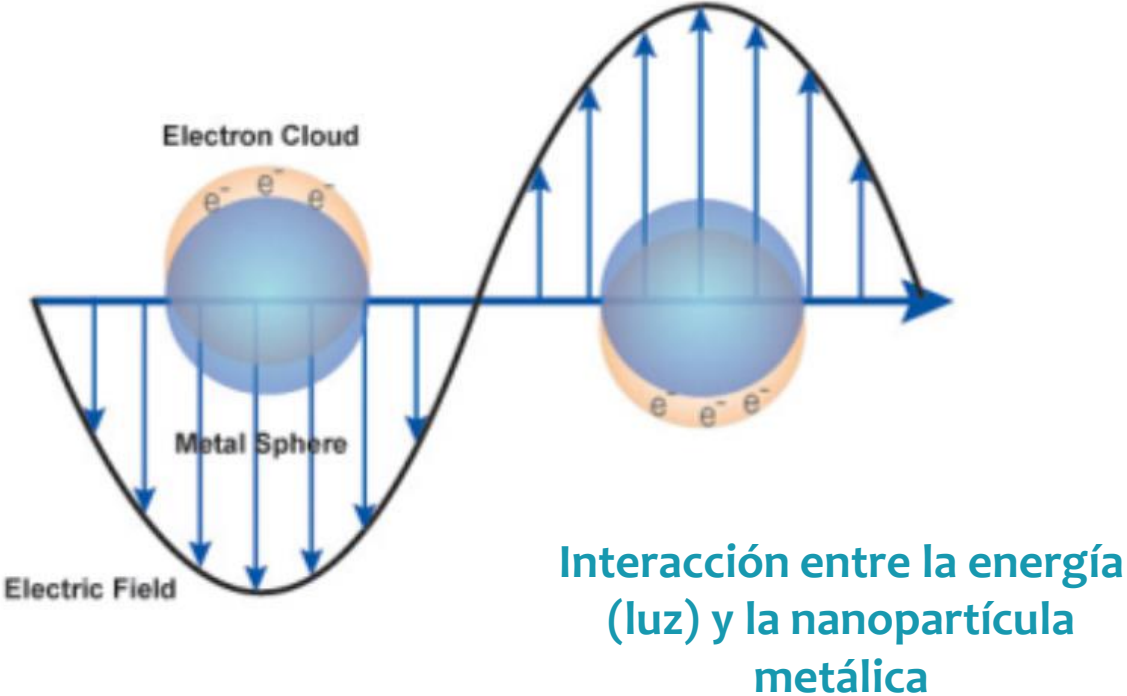
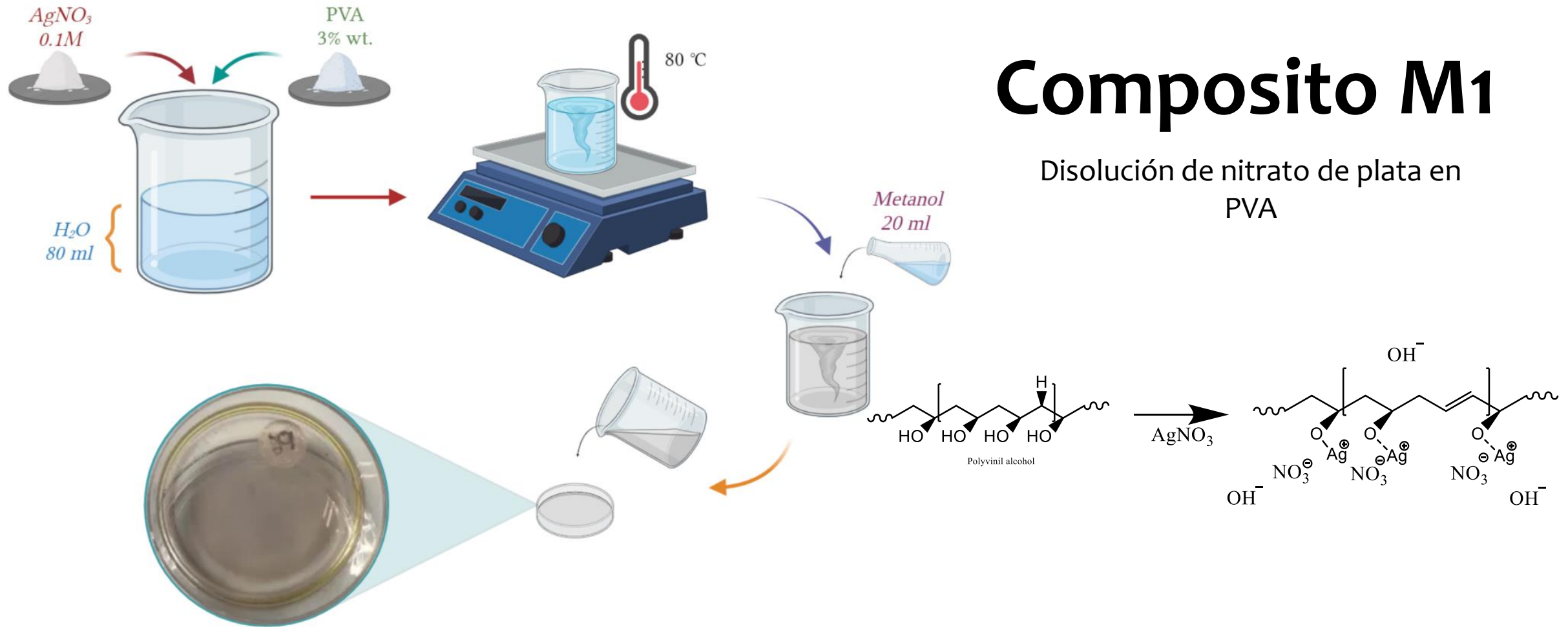
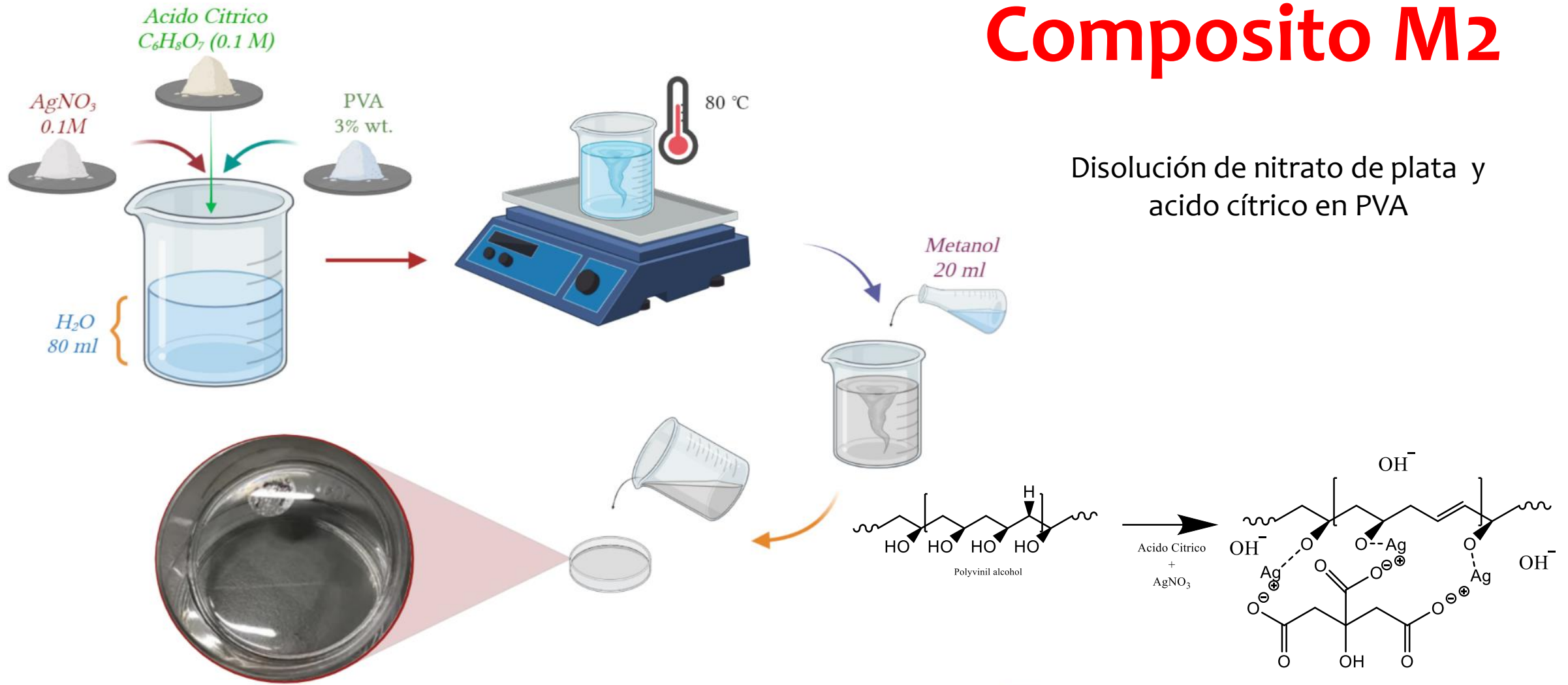


Figura 4. Resonancia de plasmón de superficie donde los electrones libres en la nanopartícula de metal se mueven hacia una oscilación debido a un fuerte acoplamiento con una longitud de onda específica de luz incidente.

Ruta de síntesis de nanocomposito de plata

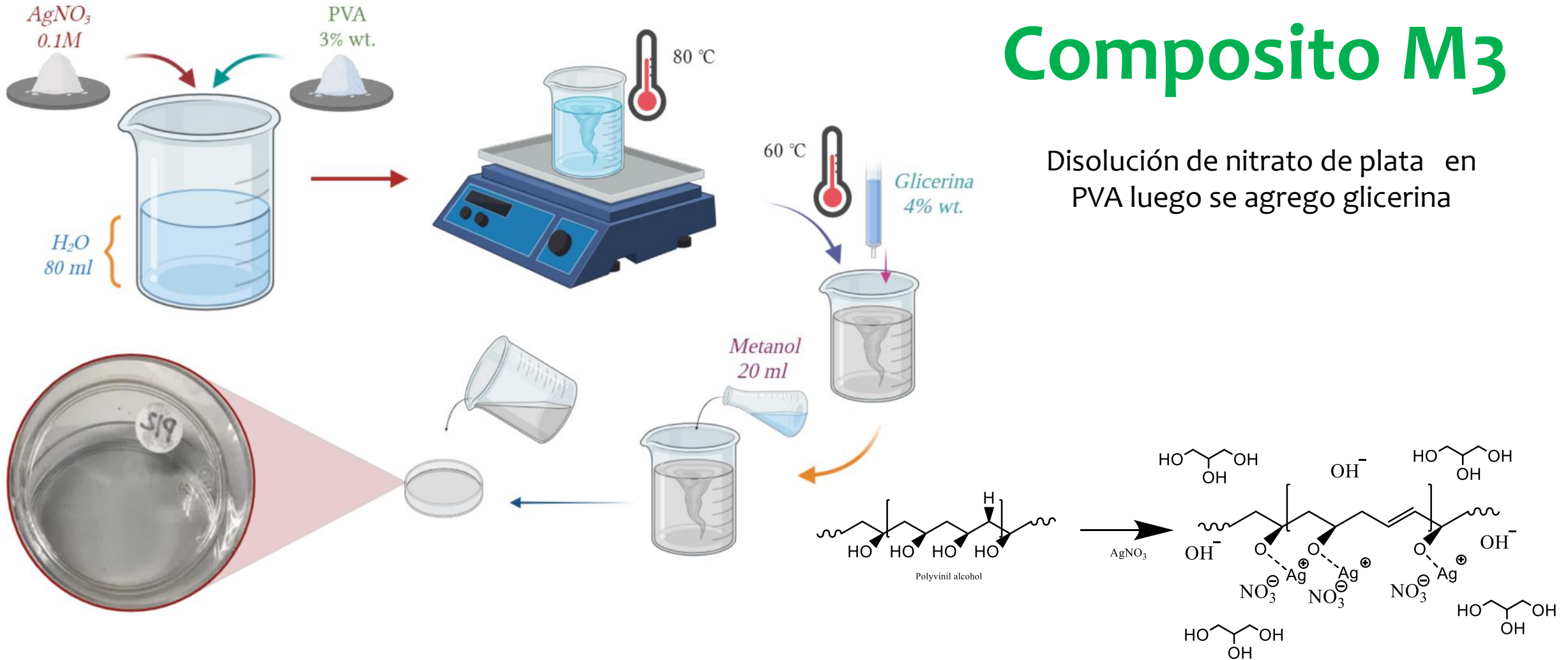


Composito M2



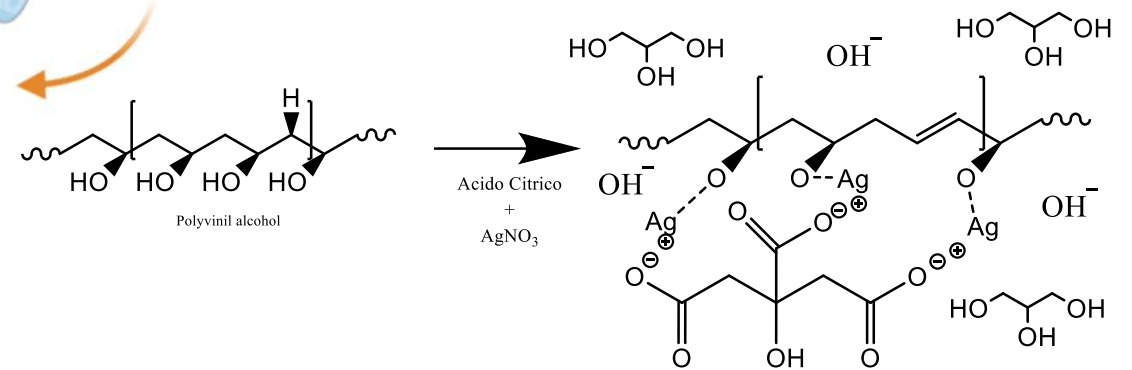
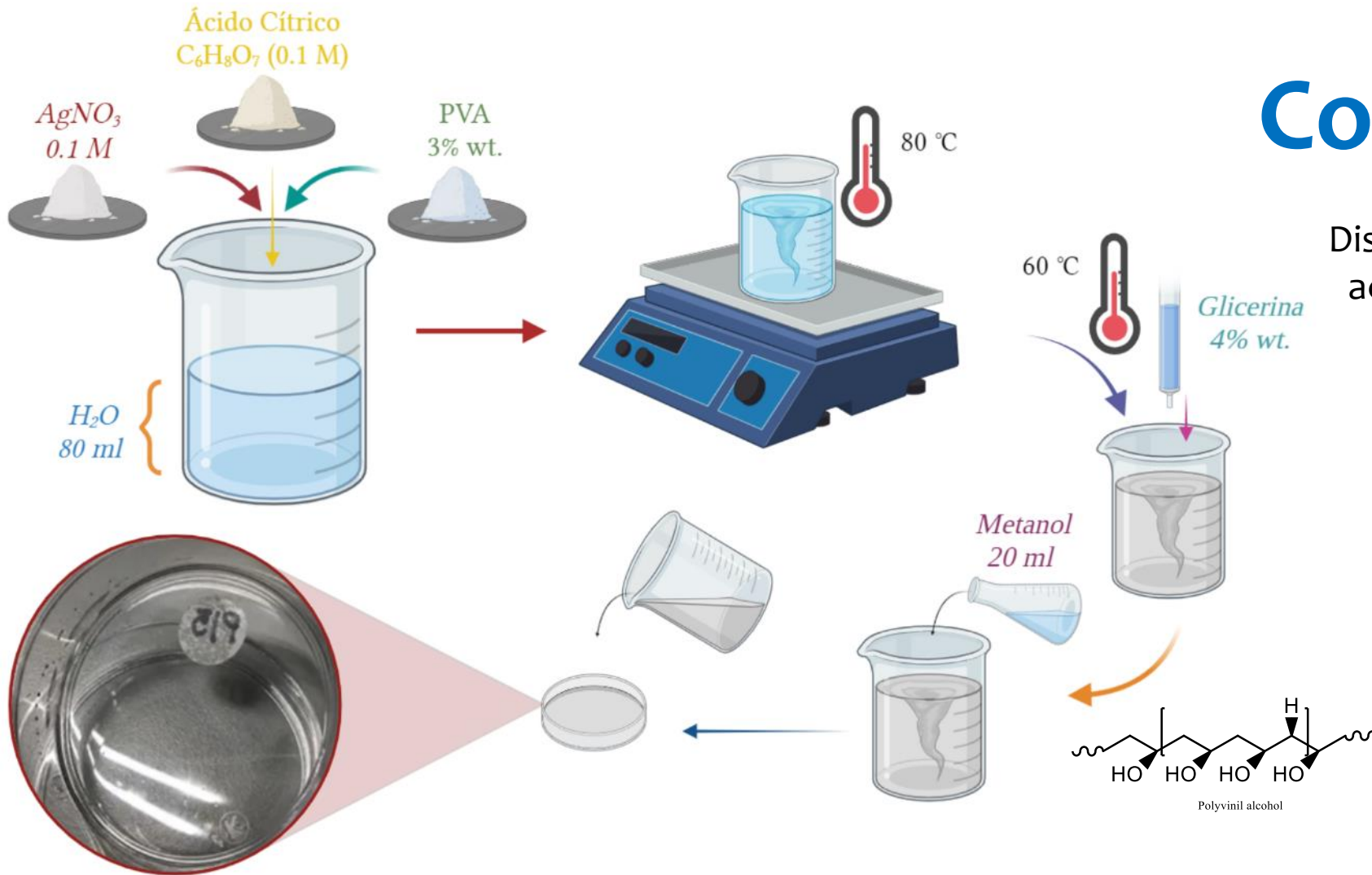
Composito M3

Disolución de nitrato de plata en PVA luego se agrego glicerina



Composito M4

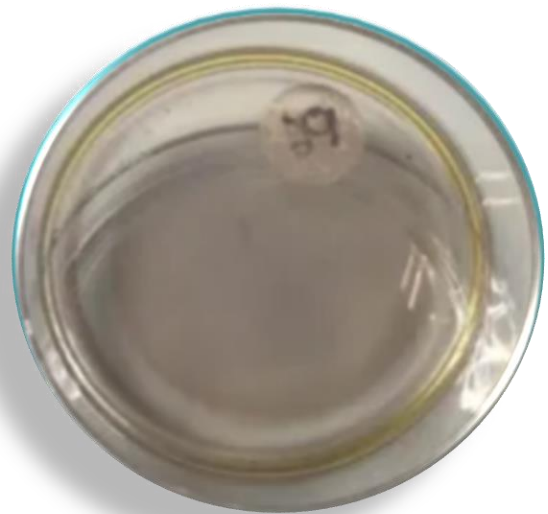
Disolución de nitrato de plata y ácido cítrico en PVA luego se agregó glicerina



Películas Formadas de metal polímero para detección de protección UV.

COMPÓSITO M1

Disolución de nitrato de plata en PVA.



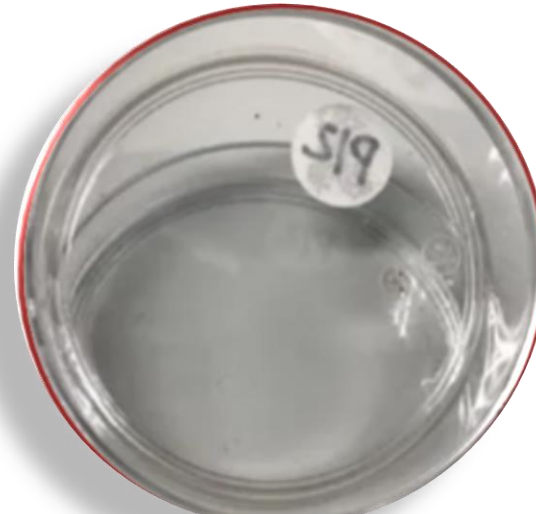
COMPÓSITO M2

Disolución de nitrato de plata y **ácido cítrico** en PVA.



COMPÓSITO M3

Disolución de nitrato de plata en PVA luego se agrego **glicerina**.

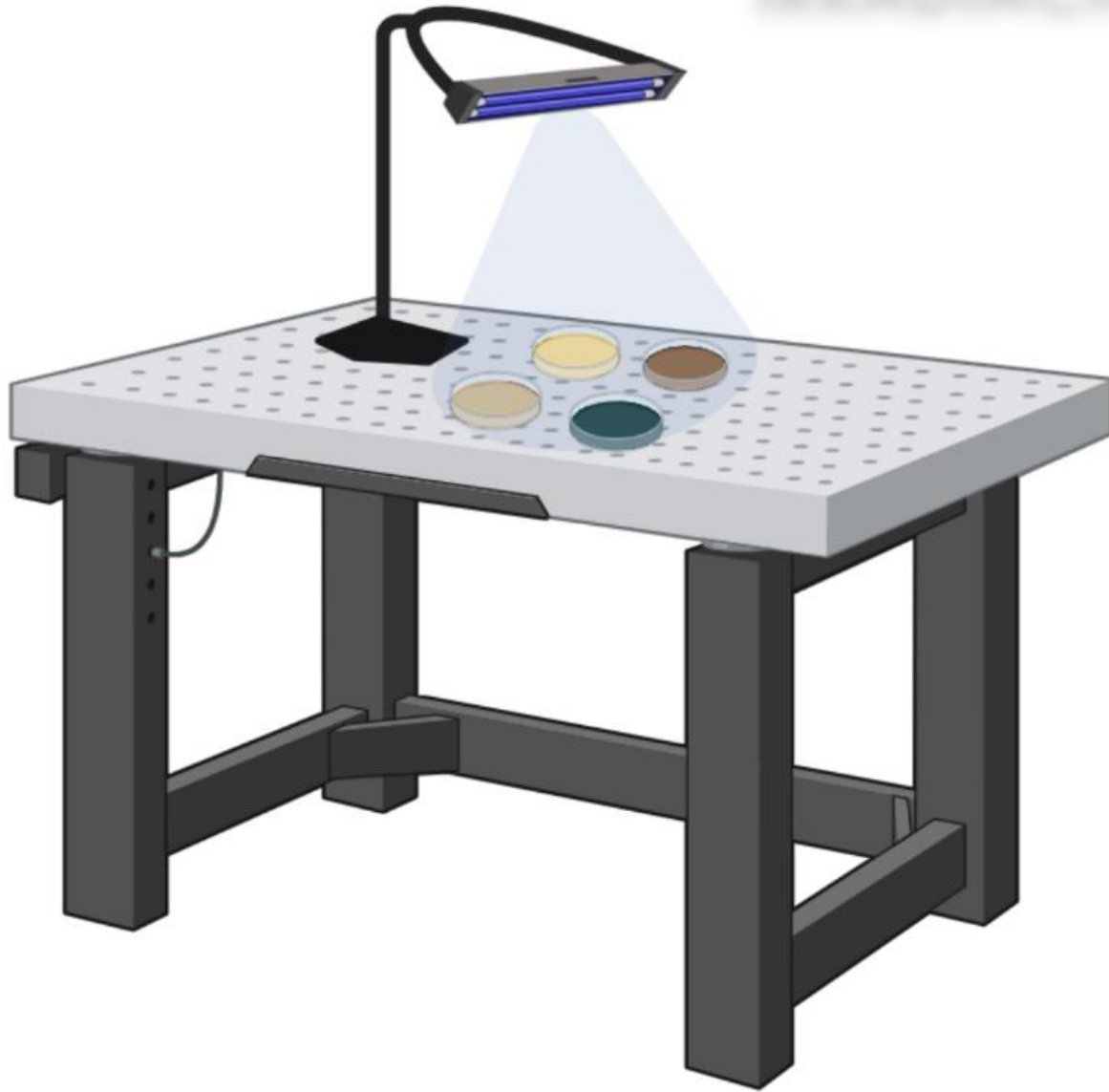


COMPÓSITO M4

Disolución de nitrato de plata y **ácido cítrico** en PVA luego se agrego **glicerina**.

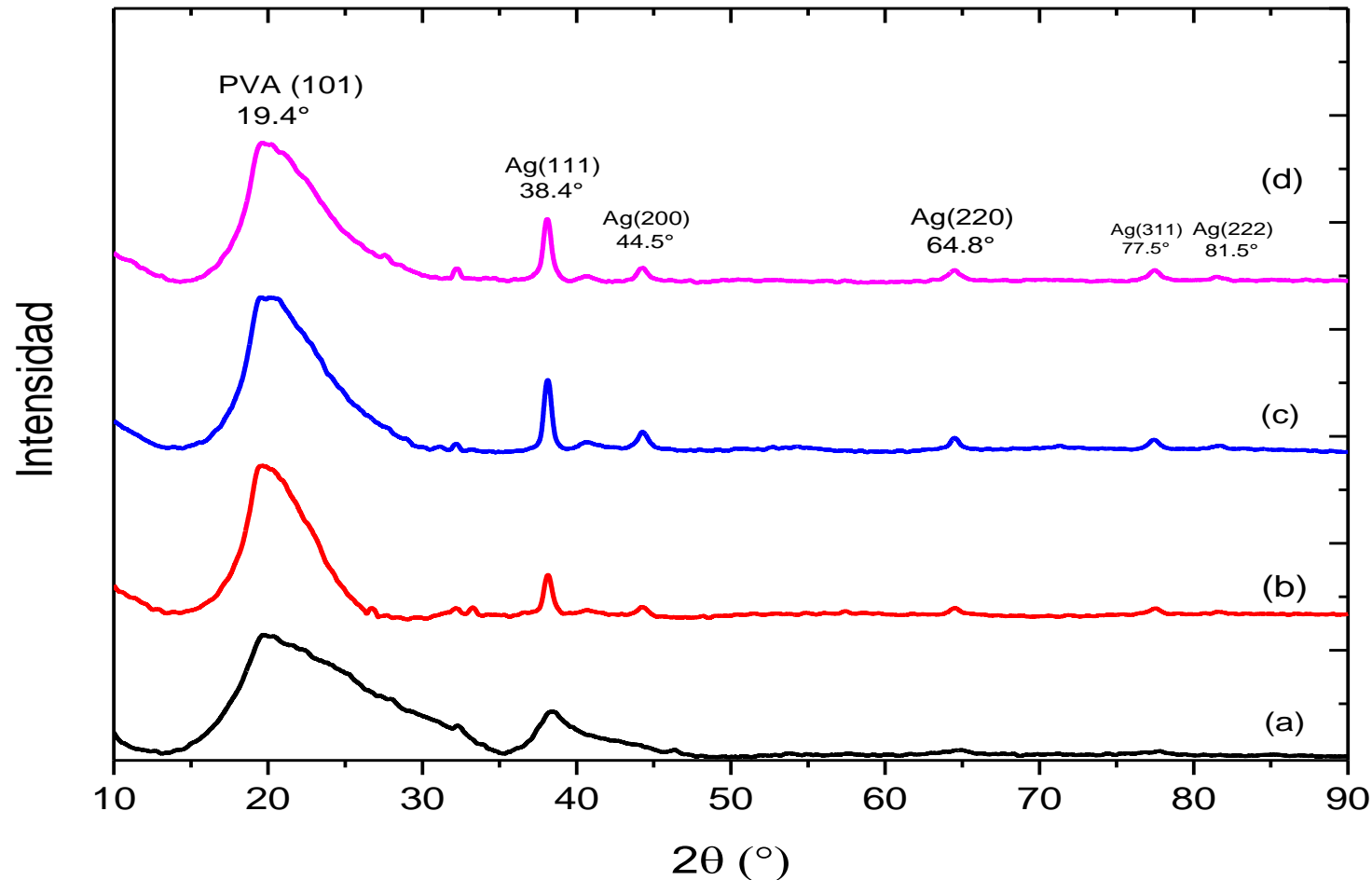


IRRADIACIÓN



<i>Compositos Metalicos</i>				
	<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M3</i>	<i>M4</i>
<i>Bajo el sol 2h</i>				
<i>365 nm 2h</i>				
<i>254 nm 2h</i>				
<i>Lampara de Xenón 5 min</i>				

DIFRACCION DE RAYOS X (DRX)



Los planos cristalinos (111), (200), (220), (311) y (222), estos planos nos indica la fase cubica centrada en la cara (FCC) de las nanopartículas de plata en la matriz de PVA.

Con la fórmula de Debye Sherrer's podemos determinar el tamaño del cristalito.

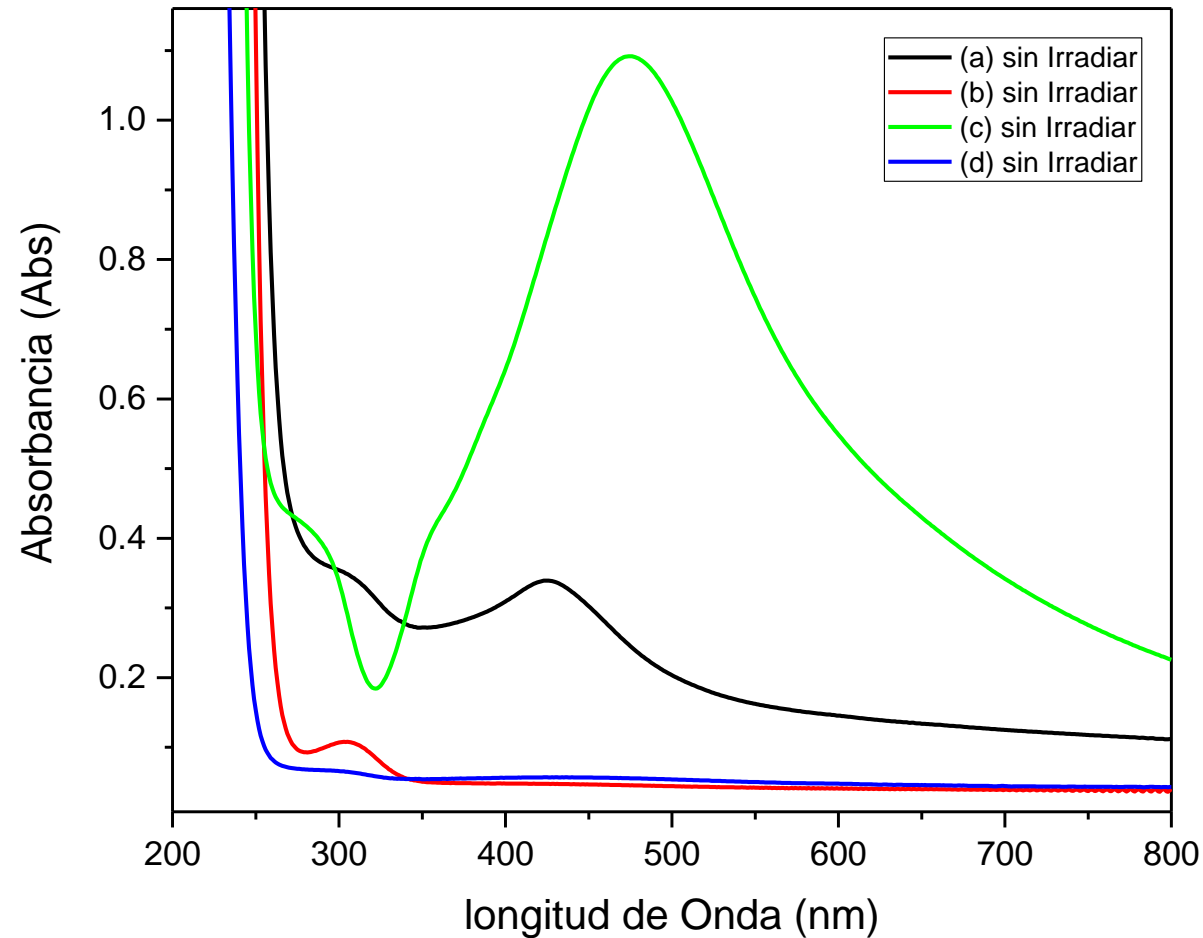
Para (b) fue de 25.9 nm
Para (c) fue de 31.0 nm
Para (d) fue de 28.5 nm

Patrón de difracción de rayos X de: (a) Película M2, (b) Película M3, (c) Película M3 irradiado por 2 horas a una longitud de onda de 365 nm y (d) Película M3 irradiado por 2 horas a una longitud de onda de 254 nm.

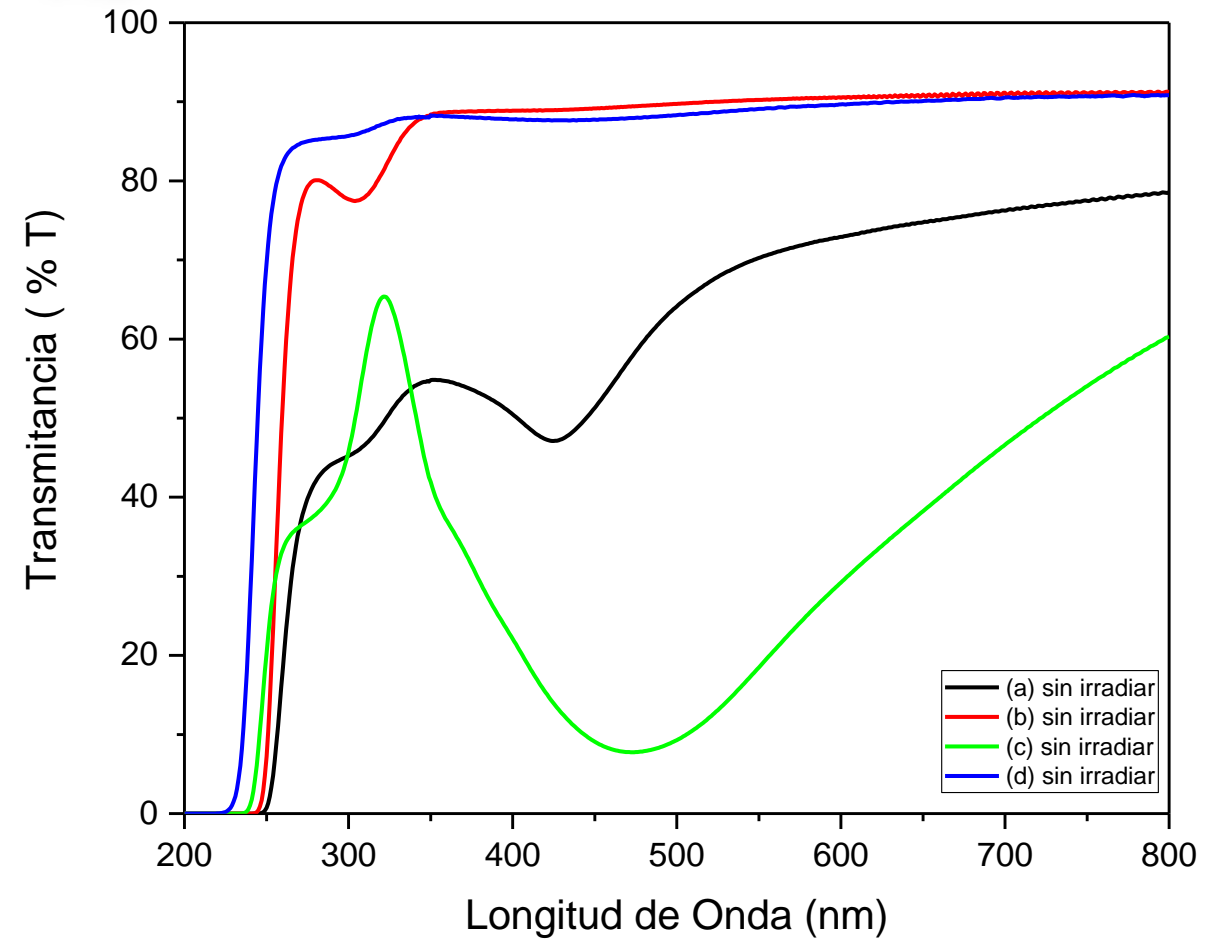
ABSORBANCIA

UV-Vis

TRANSMITANCIA



UV- Vis de absorción de (a) Película M1, (b) Película M2, (c) Película M3 y (d) Película M4, todas estas muestras están sin irradiar.

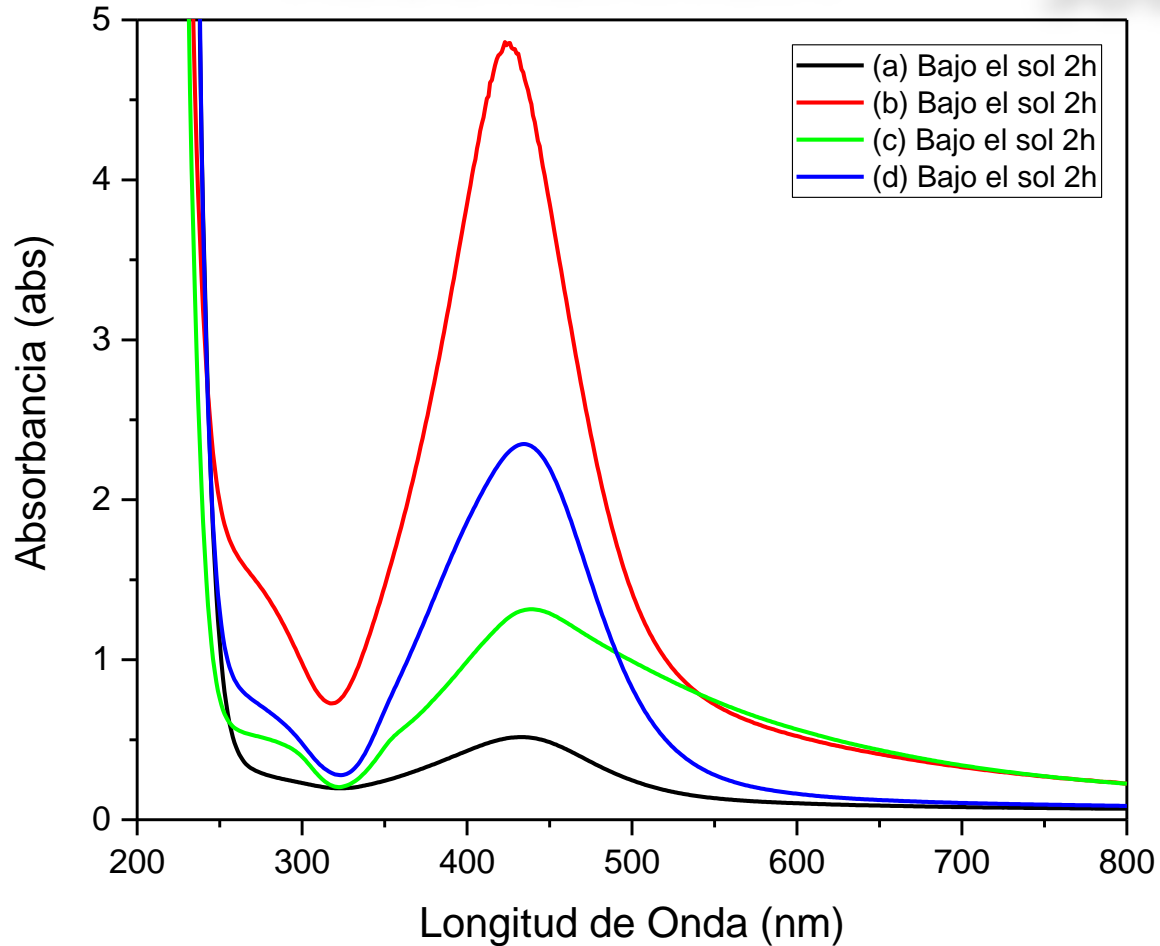


UV- Vis de transmitancia de (a) Película M1, (b) Película M2, (c) Película M3 y (d) Película M4, todas estas muestras están sin irradiar.

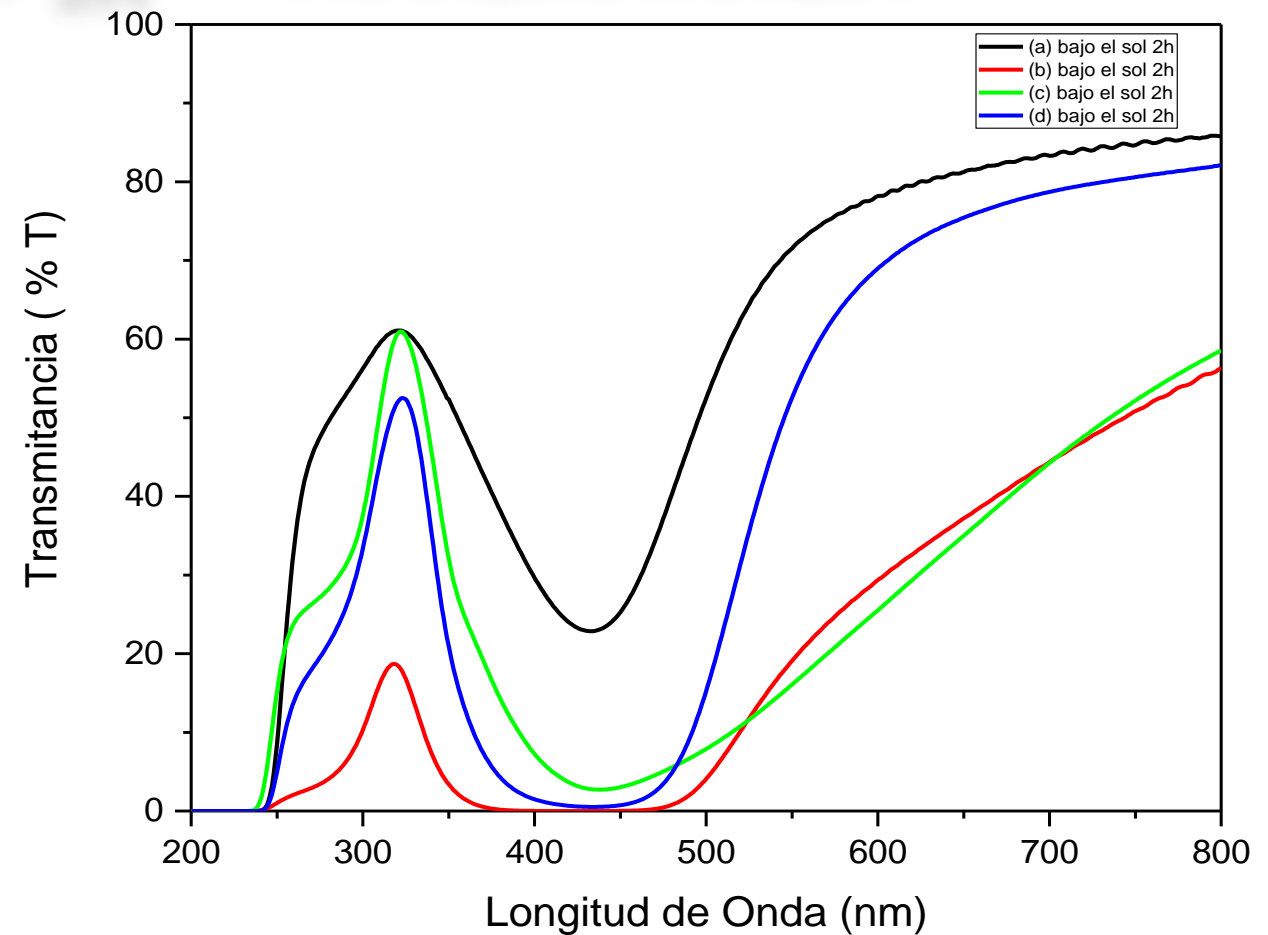
ABSORBANCIA

SOL - 2H

TRANSMITANCIA



UV- Vis de absorción de (a) Película M1, (b) Película M2, (c) Película M3 y (d) Película M4, todas estas muestras se colocaron bajo el sol en un día soleado por 2 horas.

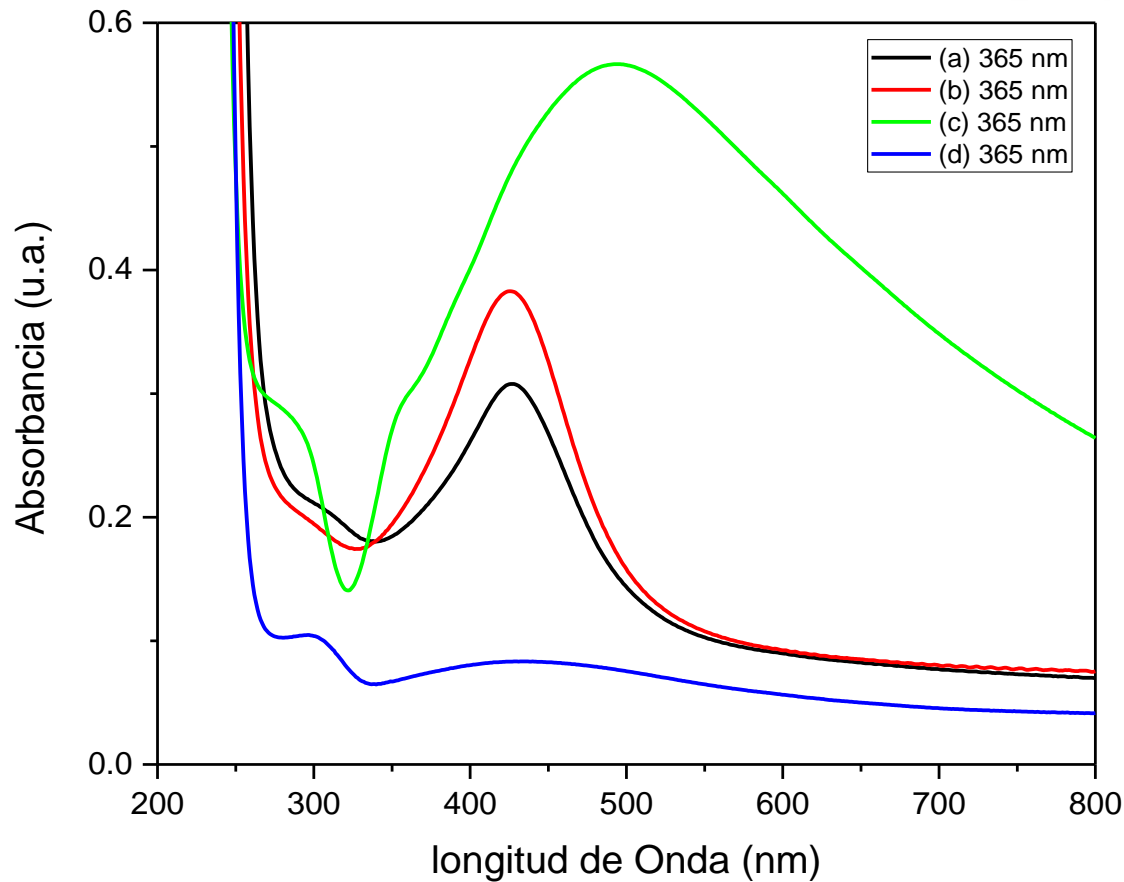


UV- Vis de transmitancia de (a) Película M1, (b) Película M2, (c) Película M3 y (d) Película M4, todas estas muestras se colocaron bajo el sol en un día soleado por 2 horas.

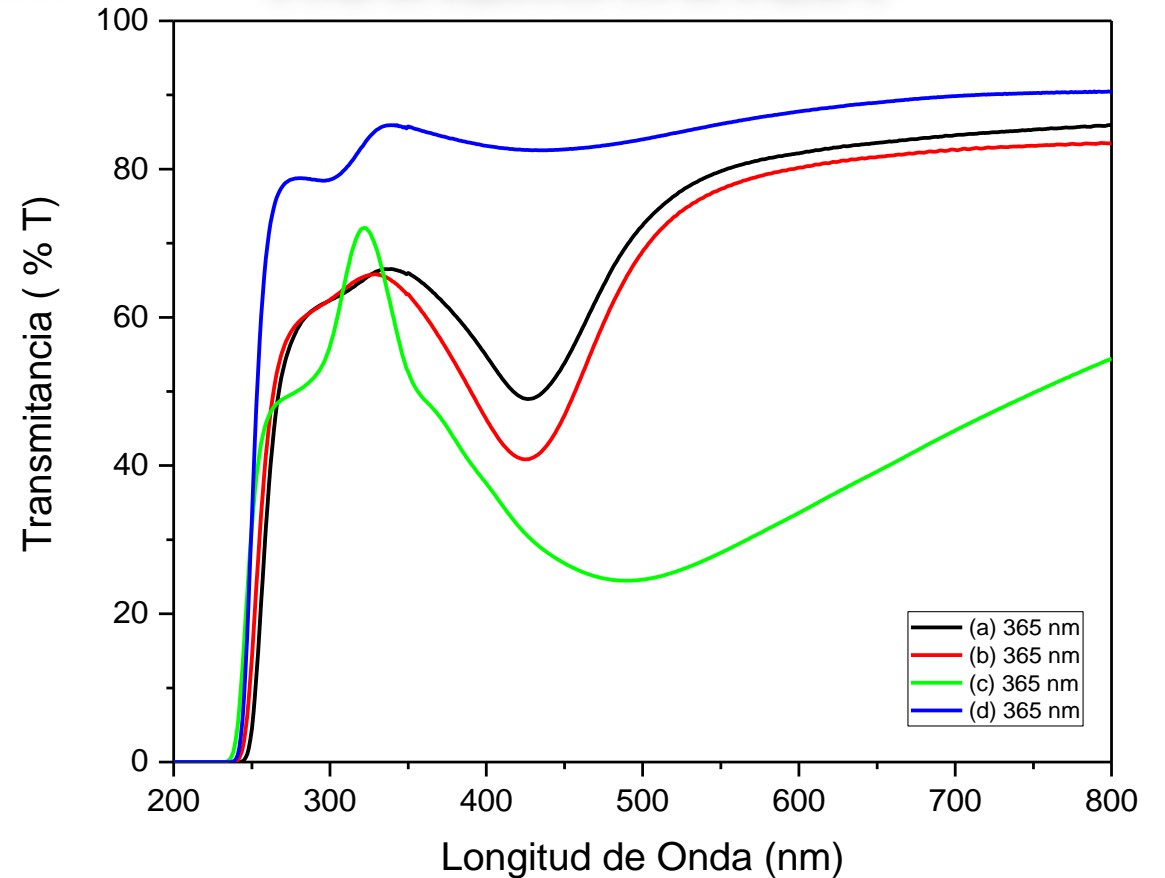
ABSORBANCIA

365 nm

TRANSMITANCIA



UV- Vis de absorción de (a) Película M1, (b) Película M2, (c) Película M3 y (d) Película M4, todas estas muestras se colocaron bajo una lampara de 365 nm por 2 horas a una distancia de 20 cm de la muestra a la lampara.

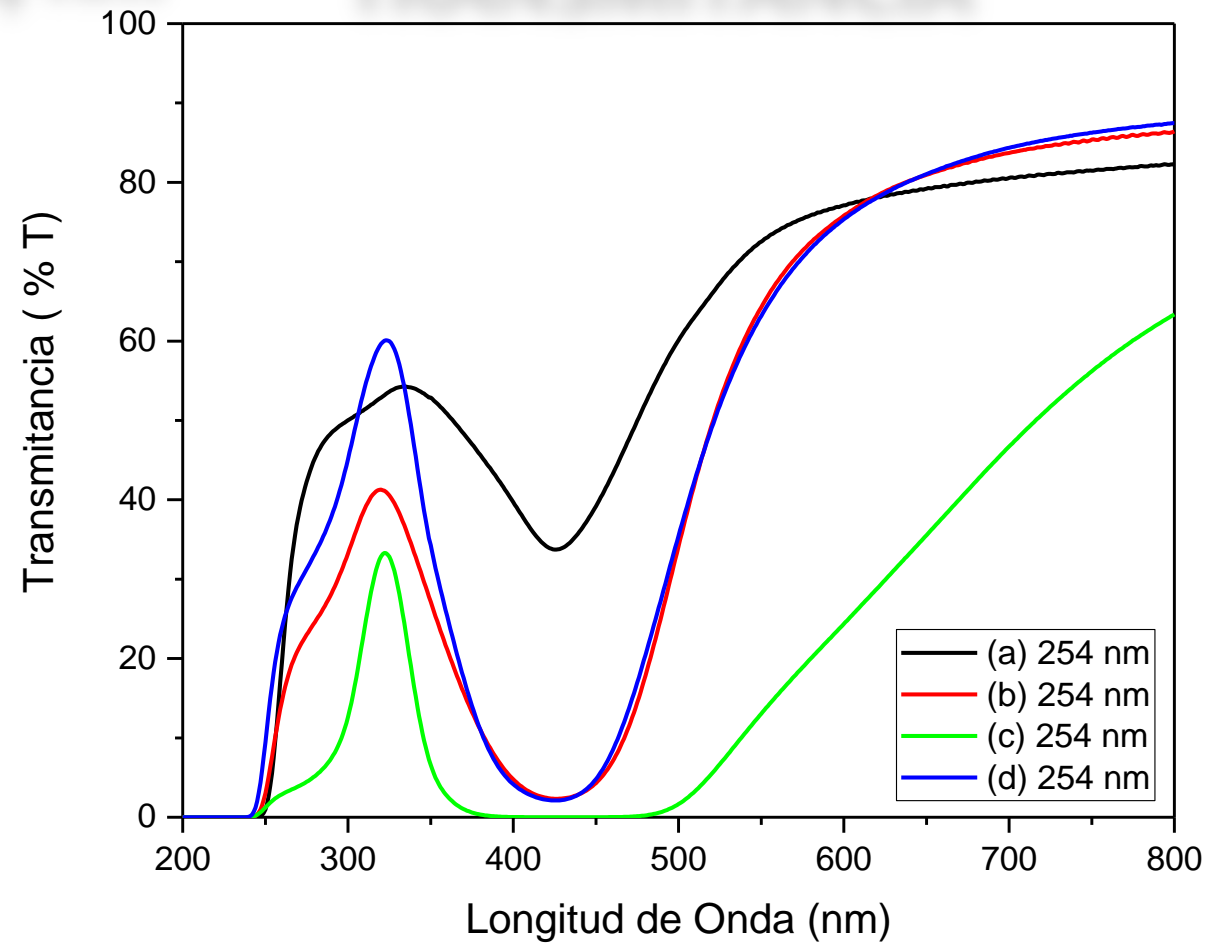
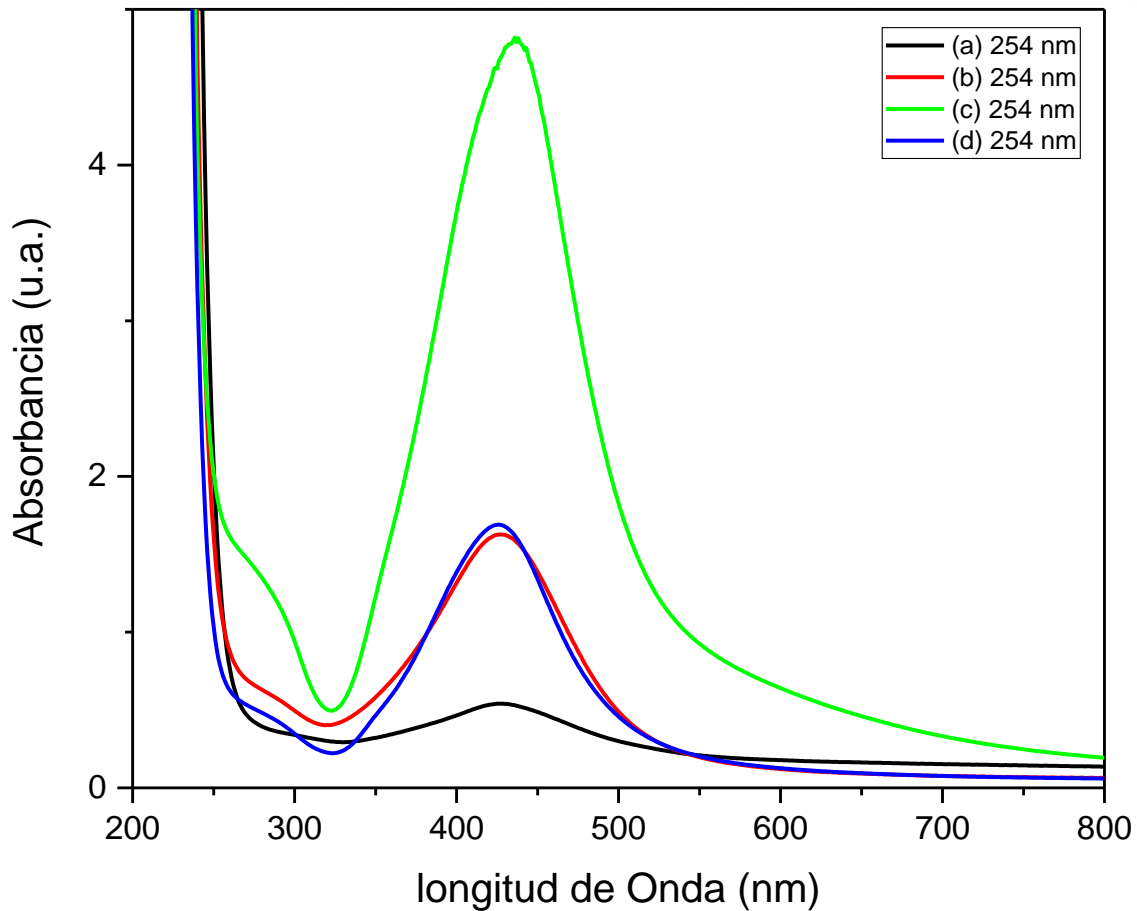


UV- Vis de transmitancia de (a) Película M1, (b) Película M2, (c) Película M3 y (d) Película M4, todas estas muestras se colocaron bajo una lampara de 365 nm por 2 horas a una distancia de 20 cm de la muestra a la lampara.

ABSORBANCIA

254 nm

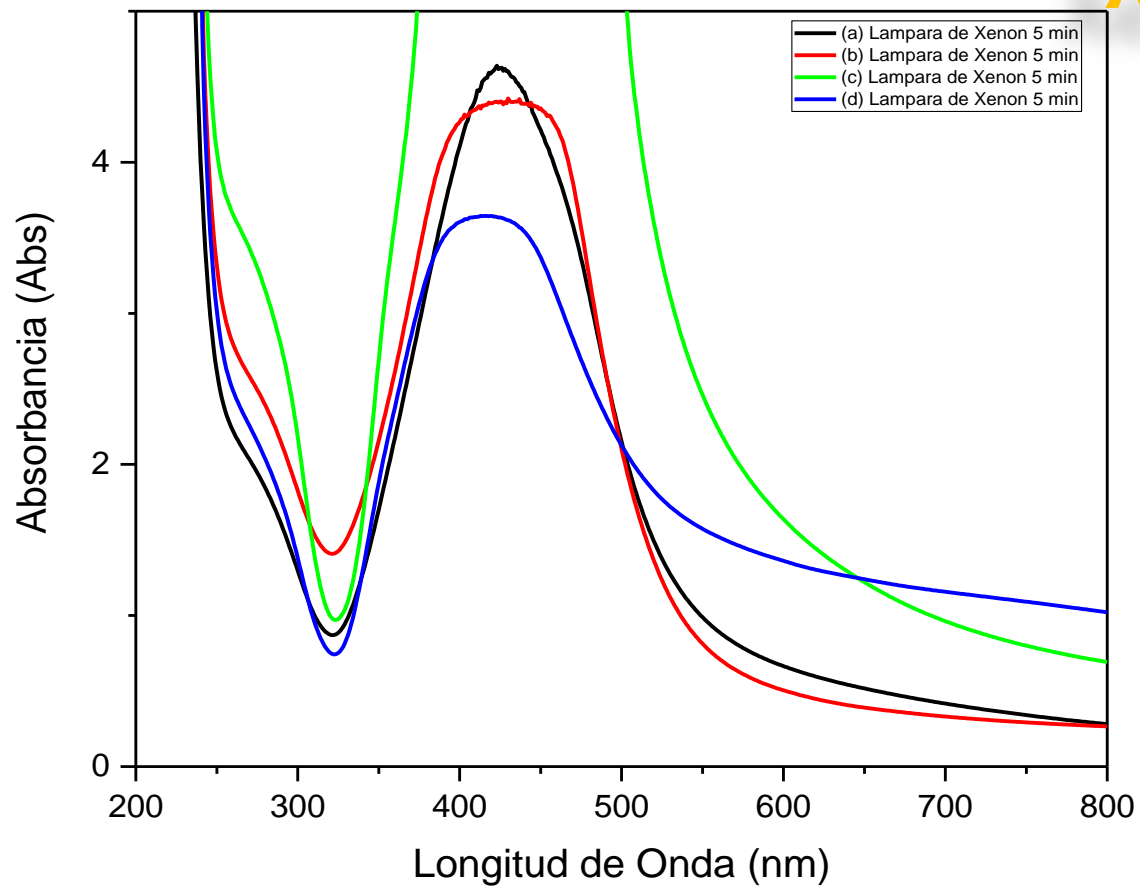
TRANSMITANCIA



UV- Vis de absorción de (a) Película M1, (b) Película M2, (c) Película M3 y (d) Película M4, todas estas muestras se colocaron bajo una lampara de 254 nm por 2 horas a una distancia de 20 cm de la muestra a la lampara.

UV- Vis de transmitancia de (a) Película M1, (b) Película M2, (c) Película M3 y (d) Película M4, todas estas muestras se colocaron bajo una lampara de 254 nm por 2 horas a una distancia de 20 cm de la muestra a la lampara.

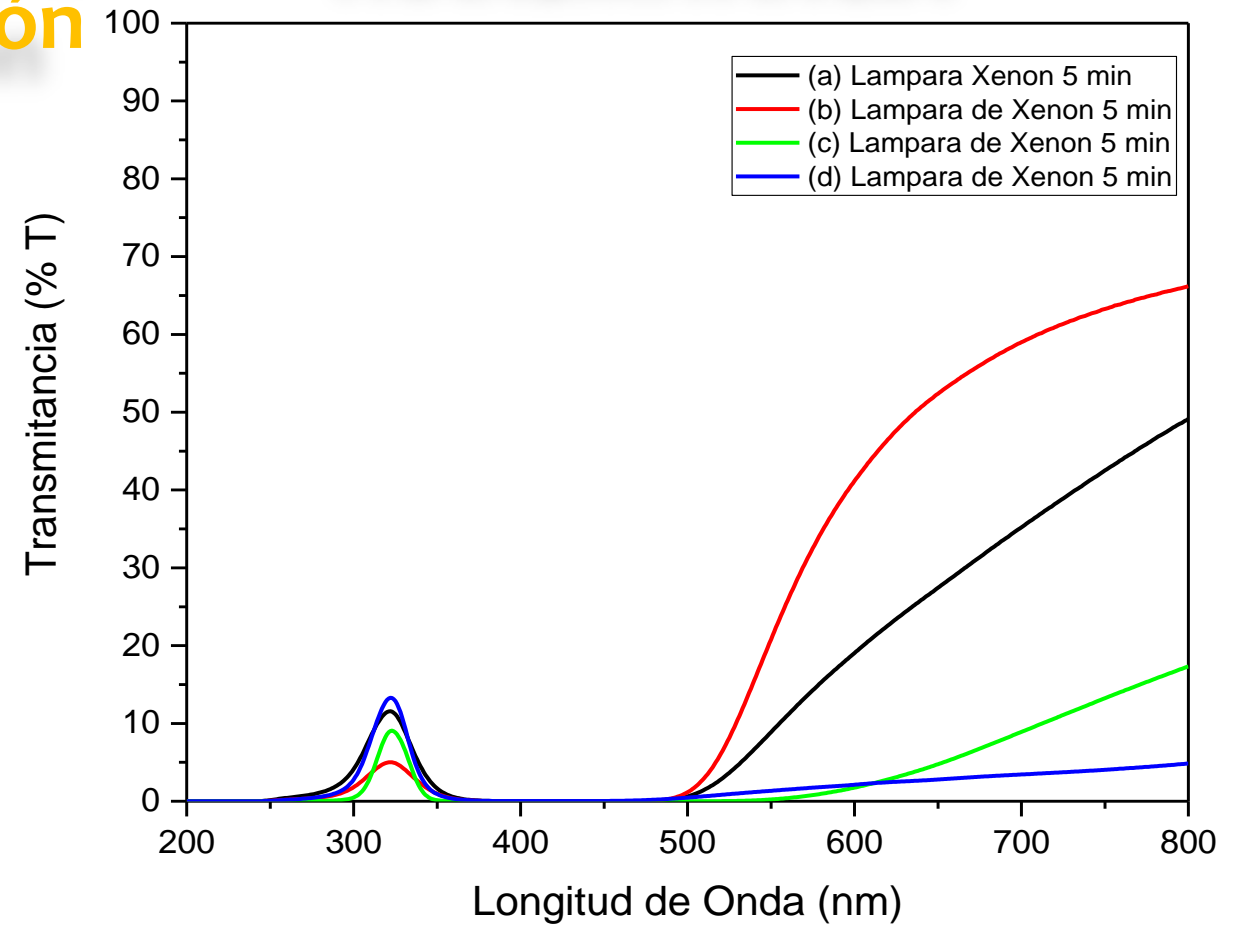
ABSORBANCIA



UV- Vis de absorción de (a) Película M1, (b) Película M2, (c) Película M3 y (d) Película M4, todas estas muestras se colocaron bajo una lampara de xenón por 5 min.

Lampara Xenón

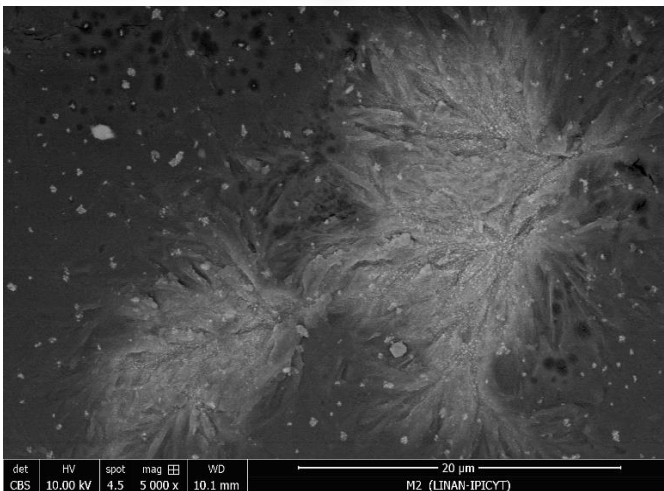
TRANSMITANCIA



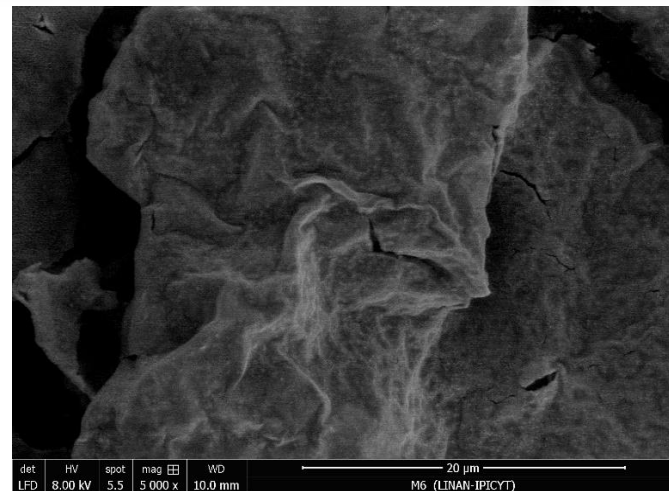
UV- Vis de transmitancia de (a) Película M1, (b) Película M2, (c) Película M3 y (d) Película M4, todas estas muestras se colocaron bajo una lampara de xenón por 5 min.

Microscopio Electrónico de Barrido (SEM)

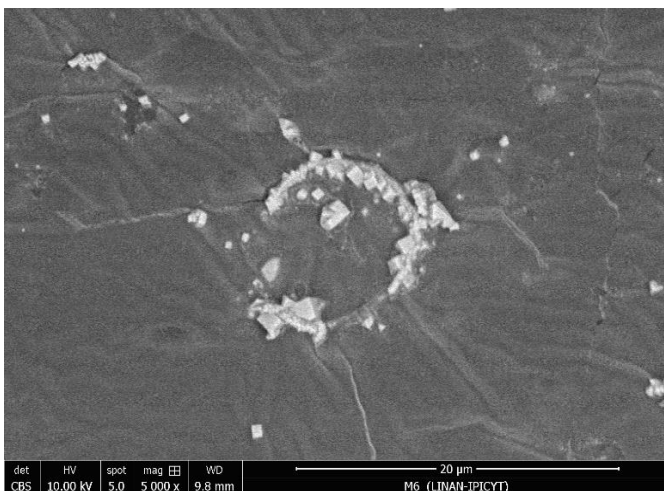
a



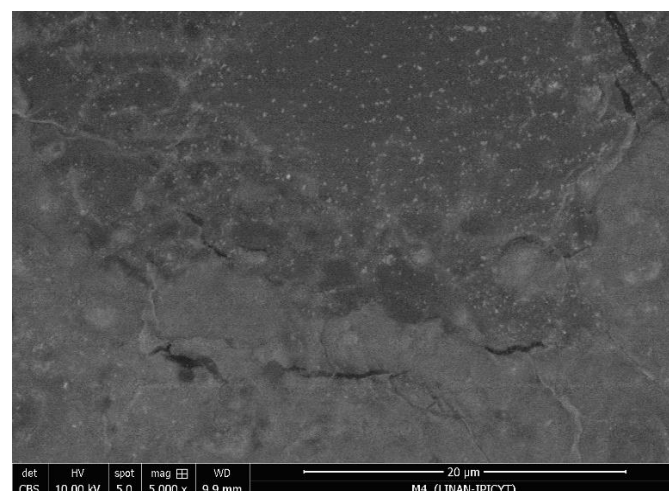
b



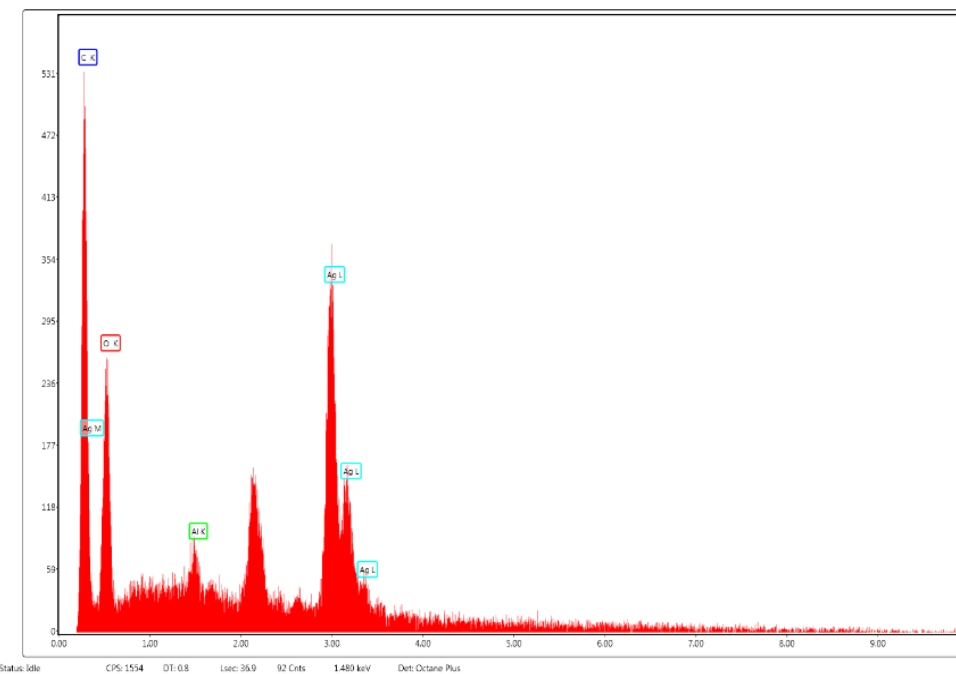
c



d



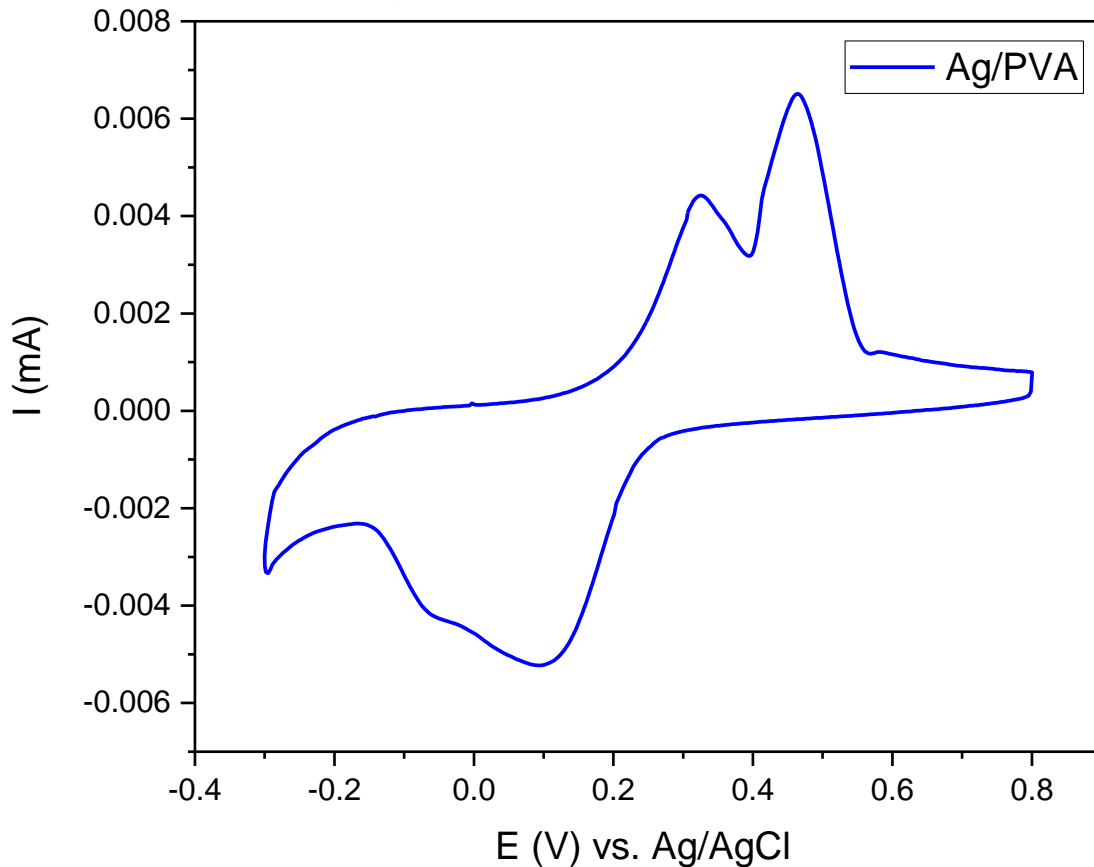
e



Se muestra la espectroscopia de energía dispersiva (EDS) del compuesto M1 expuesto con una lampara de xenón por 5 min. Los resultados indican la formación de nanopartículas de plata existentes en la superficie del polímero de PVA.

Imágenes SEM (a) Película M1 expuesto a una lampara de xenón por 5 min, (b) Película M2 expuesto a una lampara de xenón por 5 min, (c) Película M3 expuesto a una longitud de onda de 254 nm por 2 horas, (d) Película M4 bajo el sol 2 horas y (e) EDS de la Película M1.

Voltamperometría cíclica

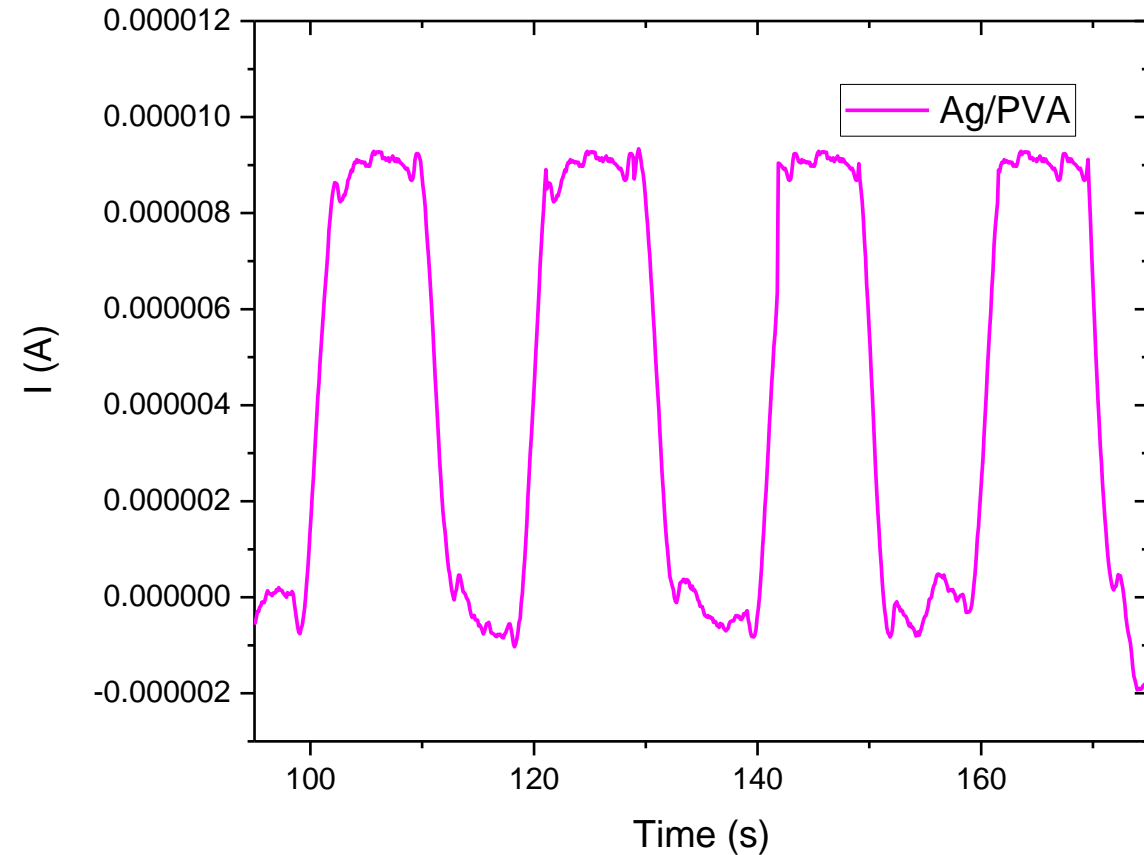


Al hacer un barrido a potenciales positivos se logra observar dos picos anódicos a 0.32 y 0.46 V (vs Ag/AgCl) que representan la oxidación de Ag^0 a Ag^+ y Ag^+ a Ag^{2+} respectivamente. Luego un barrido hacia potenciales negativos, se va observar dos picos catódicos a 0.09 y -0.04 V que está asociado a la conversión reversible de Ag^{2+} regresando a Ag^0

Estos resultados muestran la electroactividad de las nanopartículas de plata presente en la película M2.

Voltamperometría cíclica (CV) de la Película M2 en un electrodo de ITO con una velocidad de escaneo de 100 mV/s.

Cronoamperometría



Cronoamperometría de la Película M2 en un electrodo de ITO con potencial de 0.250V siendo expuesto on/off con un láser de 405 nm.

Podemos observar como la muestra al momento de que el láser este prendido (on) hay un aumento de la corriente mostrándonos como se da la formación del par hueco electrón, por la forma lineal podemos decir que muestra una estabilidad, después de 10 segundos se apaga el láser (off) la corriente vuelve a bajar debido a que no hay la formación del par hueco electrón después de otros 10 segundos se vuelve a encender y observamos el mismo comportamiento anterior

Conclusiones

- Se logro desarrollar una película de un compósito metal polímero, utilizando alcohol polivinílico en cual su toxicidad es baja, altamente biocompatible y biodegradable con nanopartículas de plata con aplicación en detección y protección a la radiación ultravioleta.
- Las películas formadas mostraron un cambio de color en presencia de diferentes longitudes de onda, las cuales pueden utilizarse como un indicador de exposición a la radiación ultravioleta.
- Por la caracterización morfológica y óptica se logro ver la formación de las nanopartículas de plata en la matriz polimérica de PVA con una morfología esférica y cuadrada además dando la propiedad de protección a la radiación UV.
- La película seleccionada para la prueba de censado mostro una buena respuesta en la técnica de amperometría, donde se observa que se tiene una sensibilidad a la exposición de una longitud de onda de 405 nm.

¡Gracias!