

Raquel Carrera Téllez  
Alumna de Ingeniería Ambiental  
raquecarrera@hotmail.com



Paulina Smith Ruiz  
Alumna de Ingeniería Ambiental  
paauli.smith@hotmail.com



Valeria Martínez-Parente Barrios  
Alumna de Ingeniería Ambiental  
vale.parente17@gmail.com



María Elena Sánchez-Vergara  
Coordinadora del Centro de Innovación Tecnológica  
elena.sanchez@anahuac.mx

## INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente estudio es la fabricación de prototipos de dos células solares orgánicas mediante el diseño y depósito de películas delgadas de semiconductores orgánicos (SCOs) y la evaluación de su eficiencia. Las células solares son dispositivos que transforman la luz solar en electricidad y actualmente se investigan como alternativa para producir celdas de bajo costo, incrementando su eficiencia y posible fabricación industrial. Los SCOs son compuestos cristalinos o amorfos que cuentan con propiedades ópticas y eléctricas similares a los semiconductores inorgánicos, conservando las propiedades mecánicas y procesabilidad de los polímeros.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó el análisis de espectroscopia-IR para determinar la estabilidad térmica de los SCOs. Fueron diseñados en CreoParametric los modelos de célula solar de heterounión dispersa y plana; posteriormente se fabricaron los dispositivos por medio de evaporación al alto vacío sobre vidrio Corning, vidrio con capa transparente de óxido conductor ITO y PET con ITO. La morfología y estructura de los dispositivos se analizó mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) y Espectrometría de Dispersión de Energía de rayos X (EDS). La espectroscopia UV-vis se realizó para obtener el *bandgap* de los semiconductores y, finalmente, se obtuvo la eficiencia cuántica (EQE) de los dispositivos.

## RESULTADOS

Los SCOs utilizados fueron la ftalocianina de indio ( $C_{32}H_{16}ClInN_8$ ) y el tetracianoquinodimetano ( $C_{12}H_4N_4$ ). Para el depósito de heterounión dispersa ambos compuestos fueron mezclados y evaporados al mismo tiempo. Para el de heterounión plana los compuestos fueron evaporados en capas secuenciales. Mediante la espectroscopia UV-vis se obtuvieron la absorbancia y transmitancia, permitiendo obtener el *bandgap* directo e indirecto por los métodos de Tauc y Cody, presentados en la Tabla 1.

Transiciones	Modelo de Tauc		Modelo de Cody	
	Plana	Dispersa	Plana	Dispersa
Directa (eV)	1.34, 2.17	2.39	1.42, 2.07, 2.47	1.27, 2.47
Indirecta (eV)	1.25, 1.39	1.15, 2.28	1.14, 1.34, 1.61, 2.22	1.23, 2.51

Tabla 1. *Bandgap's* obtenidos por los modelos de Tauc y Cody.

Se realizó MEB (ver Figura 1) y la película de heterounión plana mostró una distribución homogénea con algunas aglomeraciones de material. La película de heterounión dispersa presentó nódulos aglomerados en toda la superficie. El EDS, mostrado en la Figura 2, confirmó la presencia de C, N, In y Cl en ambas películas, todos distribuidos de forma homogénea.

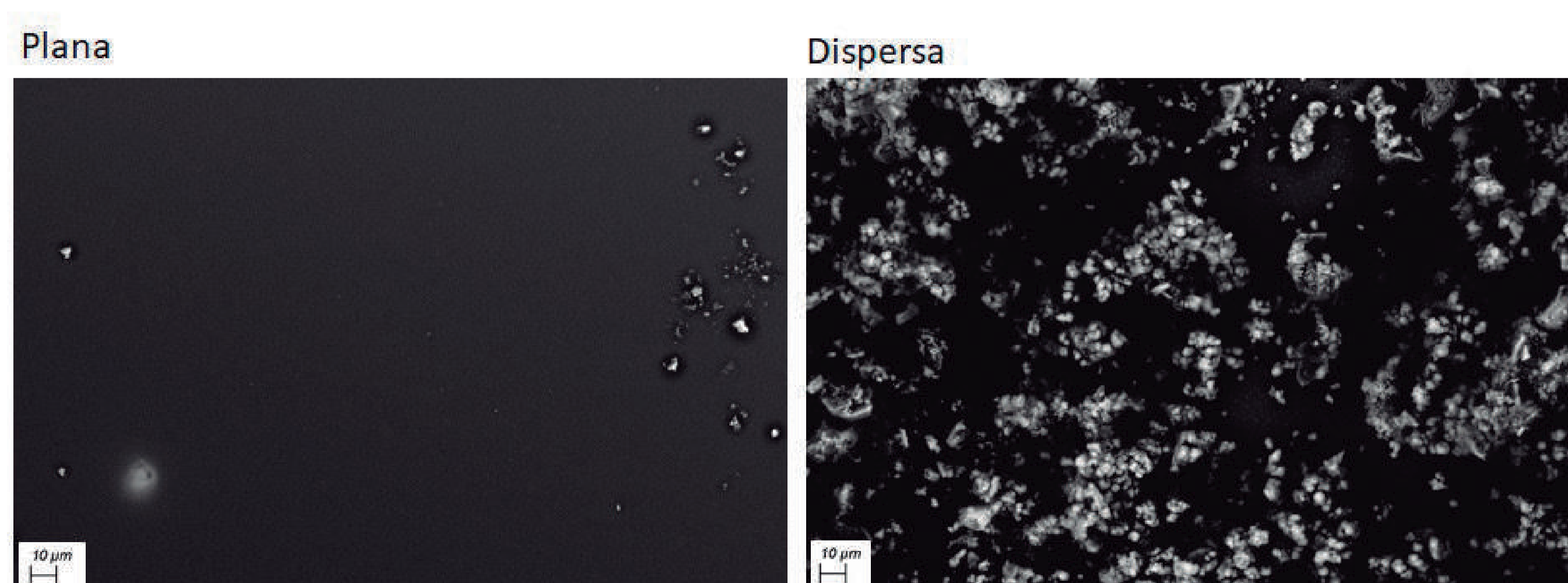


Figura 1. MEB de las películas a 1000x.

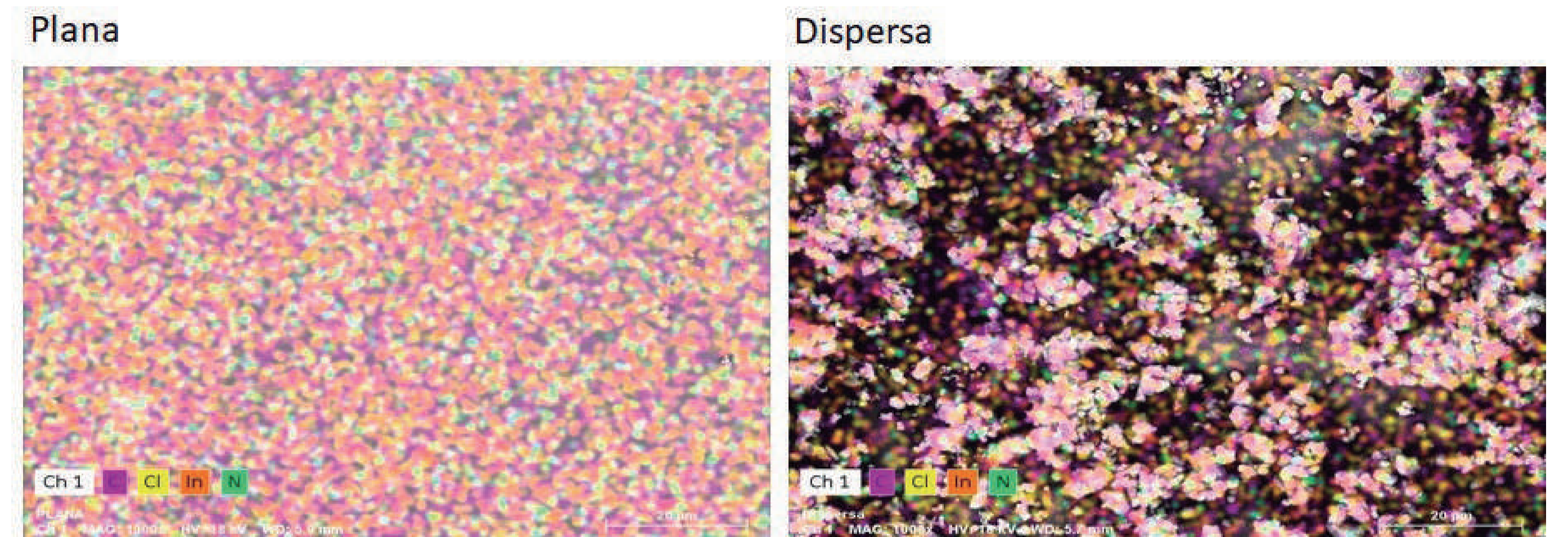


Figura 2. Microanálisis de las películas.

Finalmente, se obtuvo la EQE de los dispositivos a diferentes longitudes de onda presentados en la Figura 3. La mayor eficiencia obtenida fue para la película de heterounión dispersa sobre vidrio con ITO con 2.64%, mientras que la depositada sobre PET con ITO obtuvo una eficiencia cercana a cero.

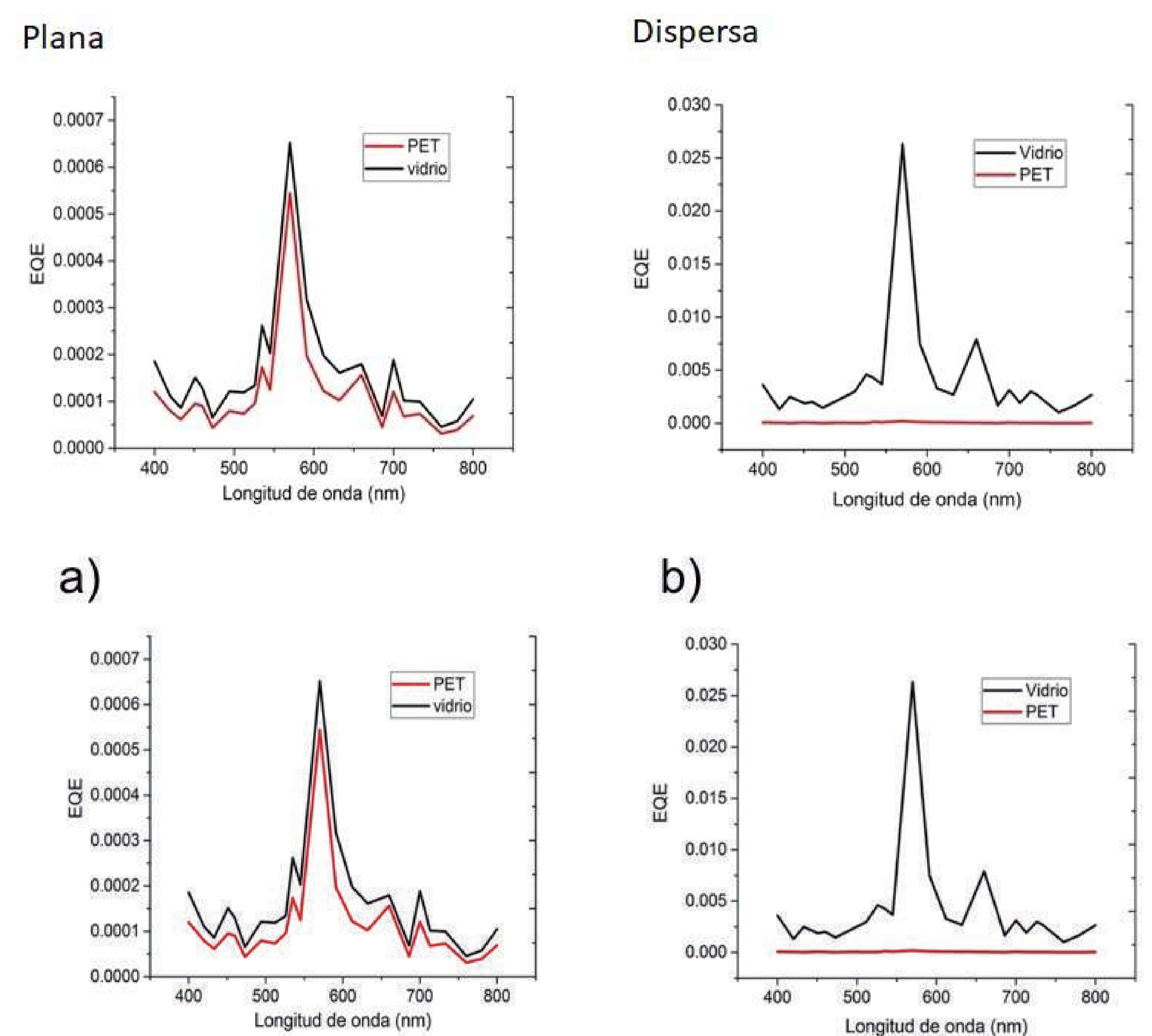


Figura 3. EQE: vidrio vs. PET.

## DISCUSIÓN

Ambas películas son candidatas potenciales para celdas solares pues muestran valores de *bandgap's* entre 1.15 y 2.39 eV, similares al silicio. El *bandgap* obtenido por ambos modelos fue similar, concluyendo que el espesor y la forma de distribución no influyen en su desempeño.

Los dispositivos mostraron una morfología homogénea de gran estabilidad química. En el espectro UV-vis se observa que todas las células absorben los colores del amarillo al rojo, por lo que podrían presentar propiedades fotoluminiscentes. Aunque la EQE es baja, el resultado obtenido se encuentra dentro de los publicados para otras celdas solares orgánicas.

## REFERENCIAS

- Camargo Torres D. Celdas solares orgánicas: energía alternativa ecológica. Apuntes Científicos Uniandinos. 2014;(16):7-9.
- Jaramillo Isaza F. Semiconductores orgánicos de fácil procesamiento para transistores de efecto de campo (OFETs). Scientia et Technica. 2007;Año XIII(36):53-58.